

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CERRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**CARACTERIZACIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS DEL  
CULTIVO DE *Musa paradisiaca*, USANDO ESTIÉRCOL,  
ASERRÍN Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL  
DISTRITO DE YUYAPICHIS, PROVINCIA DE PUERTO  
INCA – HUÁNUCO 2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Ejecutor : Bch. Henry Smith Santos Mundaca

Asesor : Ing. Mg. José Almestar Montenegro

JAÉN – PERÚ, OCTUBRE 2019



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 06 de NOVIEMBRE del año 2019; siendo las 18:45 horas, se reunieron los Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente DR. SEGUNDO SÁNCHEZ TELLO  
Secretario MG. JORGE ANTONIO DELGADO SOTO  
Vocal MG. WILFREDO RUÍZ CAMACHO

Para evaluar la Sustentación del INFORME FINAL DE TESIS Titulado: CARACTERIZACIÓN DE COMPOST DE RESIDUOS DEL CULTIVO DE *Musa paradisiaca*, USANDO ESTIÉRCOL, ASERRÍN Y MICROORGANISMOS EFICIENTES EN EL DISTRITO DE YUYAPICHIS, PROVINCIA DE PUERTO INCA - HUÁNUCO; presentado por el Bachiller Henry Smith Santos Mundaca de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

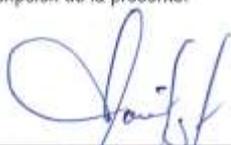
Aprobar     Desaprobar     Unanimidad     Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	( )
Muy bueno	16, 17	( )
Bueno	14, 15	(15)
Regular	13	( )
Desaprobado	12 o menos	( )

Siendo las 19:15 horas del mismo día, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
MG. JORGE ANTONIO DELGADO SOTO  
Secretario Jurado Evaluador

  
DR. SEGUNDO SÁNCHEZ TELLO  
Presidente Jurado Evaluador

  
MG. WILFREDO RUÍZ CAMACHO  
Vocal Jurado Evaluador

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	OBJETIVOS.....	2
2.1.	Objetivo general:.....	2
2.1.	Objetivos específicos: .....	2
III.	MARCO TEÓRICO .....	3
3.1.	Compostaje con algunos materiales en el mundo .....	3
3.2.	Experiencias de compostaje en el Perú .....	4
3.3.	Experiencias de compostaje usando microorganismos efectivos .....	5
3.4.	Compost .....	6
3.5.	Proceso de compostaje .....	6
A.	Mesófil .....	7
B.	Termófila .....	7
C.	Enfriamiento o Mesófila II .....	7
D.	Maduración .....	8
3.6.	Materiales de Soporte (Bulking Agents) .....	8
3.7.	Funciones Importantes de los Materiales de Soporte (Bulking Agents).....	8
3.8.	Microorganismos Efectivos .....	9
3.9.	El problema de la gestión de los residuos en el Perú .....	9
3.10.	Muestreo de suelos .....	10
3.11.	Interpretación de resultados .....	12
3.12.	Taxonomía y morfología del plátano .....	12
3.13.	Requerimientos edafoclimáticos .....	13
3.14.	Plan de manejo de los recursos hídricos.....	13
3.15.	Residuos agrícolas.....	14
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1.	Materiales.....	15
4.2.	Equipos .....	15
4.3.	Equipos de gabinete .....	15
4.4.	Unidad de análisis .....	15

4.4.1	Unidad de análisis.....	15
4.4.2.	Universo .....	16
4.5.	Método .....	16
4.6.	Diseño experimental .....	20
4.7.	Análisis de laboratorio .....	20
4.8.	Ubicación .....	21
4.9.	Recolección de muestras de suelo, análisis e interpretación.....	22
4.9.1.	Descripción de puntos de muestreo .....	22
4.9.2.	Muestreo de Suelo .....	23
4.9.3.	Plan de fertilización comparando análisis fisicoquímico de suelo y compost	23
V.	RESULTADOS .....	24
5.1.	Análisis de resultados de compost .....	24
5.2.	Análisis estadístico de variables .....	25
5.4.	Análisis de suelo en una parcela demostrativa .....	46
5.4.1.	Calcular fertilización para el nitrógeno (N).....	47
5.4.2.	Calcular requerimiento de urea en sacos para las parcelas evaluadas.....	49
5.4.3.	Calcular requerimiento de compost en sacos con el valor máximo y mínimo de N para las parcelas evaluadas .....	50
5.4.4.	Comparación sacos de urea y compost por tratamientos.....	52
5.4.5.	Costo por saco de compost con un porcentaje de 1.01 % de nitrógeno disponible, del tratamiento T <sub>2</sub> R <sub>1</sub> .....	53
5.4.6.	Comparación de costos compost vs urea.....	54
	La tabla 36 muestra el costo de fertilización para cubrir el déficit de nitrógeno en los nueve tratamientos, haciendo una comparación entre compost y urea .....	54
VI.	DISCUSIÓN .....	55
VII.	CONCLUSIONES .....	56
VIII.	RECOMENDACIONES .....	57
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
X.	ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios para la toma correcta de muestras de suelo .....	10
Tabla 2. Clasificación taxonómica del cultivo de plátano hartón.....	13
Tabla 3. Tratamientos y Repeticiones .....	17
Tabla 4. Identificación y ubicación de composteras instaladas como objeto de estudio.....	17
Tabla 5. Parámetros que se evaluarán .....	21
Tabla 6. Requerimiento nutricional para producción de Musa paradisiaca .....	23
Tabla 7. Resultados obtenidos del laboratorio .....	24
Tabla 8. Contenido de nitrógeno .....	25
Tabla 9. ANOVA de un solo factor: Nitrógeno(N) vs. Tratamientos con el software Minitab 18 .....	26
Tabla 10. Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias.....	28
Tabla 11. Contenido de fósforo .....	29
Tabla 12. ANOVA de un solo factor: P(ppm) vs. TRATAMIENTOS .....	30
Tabla 13. Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias.....	31
Tabla 14. Contenido de potasio .....	32
Tabla 15. ANOVA de un solo factor: K (Cmol(+)/L) vs. TRATAMIENTOS .....	33
Tabla 16. Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias.....	35
Tabla 17. Contenido de materia orgánica.....	36
Tabla 18. ANOVA de un solo factor: MO (%) vs. TRATAMIENTOS.....	37
Tabla 19. Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias.....	38
Tabla 20. Valor de pH .....	39
Tabla 21. ANOVA de un solo factor: pH vs. TRATAMIENTOS .....	40
Tabla 22. Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias.....	42
Tabla 23. Valor de conductividad eléctrica .....	43
Tabla 24. ANOVA de un solo factor: C.E vs. TRATAMIENTOS .....	43
Tabla 25. Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias.....	45
Tabla 26. Contenido de Aluminio (Al).....	46
Tabla 27. Análisis de suelos en las parcelas donde se instalaron las composteras.....	46
Tabla 28. Análisis de suelos en las parcelas donde se instalaron las composteras.....	47

Tabla 29. Factor de corrección para encontrar N (ppm).....	48
Tabla 30. Factor de corrección para encontrar N Kg/Ha.....	48
Tabla 31. Calcular cantidad de urea en sacos que se debe añadir a cada parcela evaluada	49
Tabla 32. Calcular cantidad de compost con valor de N máximo (1.07 del tratamiento T3R3) en sacos que se debe añadir a cada parcela evaluada.....	50
Tabla 33. Calcular cantidad de compost con valor de N mínimo (1.07 del tratamiento T3R3) en sacos que se debe añadir a cada parcela evaluada.....	51
Tabla 34. Se calculó el requerimiento de N en sacos según el análisis de suelo con compost y urea .....	52
Tabla 35. Costos para la elaboración de un saco de compost.....	53
Tabla 36. Costo de fertilización con compost y urea .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Compostera echa con techo de hoja de palmera característica de la zona .....	18
Figura 2. Compostera techada con hoja de calamina .....	19
Figura 3. Se picaron los restos de cultivo de plátano con residuos menores a 15 cm .....	19
Figura 4. Adición de microorganismos eficaces (EM <sup>o</sup> 1) .....	20
Figura 5. Distribución de las composteras instaladas .....	22
Figura 6. Gráfica de caja de nitrógeno (N %).. .....	27
Figura 7. Gráfica de valores individuales de N vs Objetos de estudio o Tratamientos.....	27
Figura 8. Diferencias de las medias para N .....	28
Figura 9. Gráfica de caja de Fósforo P(ppm) .....	30
Figura 10. Gráfica de valores individuales P vs TRATAMIENTOS .....	31
Figura 11. Diferencia de las medias para P .....	32
Figura 12. Gráfica de caja K (Cmol(+)/L).. .....	34
Figura 13. Gráfica de valores individuales de k vs TRATAMIENTOS .....	34
Figura 14. Diferencia de las medias para K.....	35
Figura 15. Gráfica de caja de MO (%) .....	37
Figura 16. Gráfica de valores individuales de MO vs TRATAMIENTOS .....	38
<i>Figura 17. Diferencia de las medias para MO .....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 18. Gráfica de caja de pH .....</i>	<i>41</i>
Figura 19. Gráfica de valores individuales de pH vs TRATAMIENTOS.....	41
Figura 20. Diferencia de las medias para pH.....	42
Figura 21. Gráfica de caja de CE.....	44
Figura 22. Gráfica de valores individuales de CE vs TRATAMIENTOS .....	44
Figura 23. Diferencias de las medias para CE.....	45
Figura 24. Se determina la cantidad de fertilizante, para cada tratamiento establecido.....	52
Figura 25. Se determinó la comparación del costo de fertilización entre compost y urea, para una producción de 45 toneladas de plátano bellaco hartón .....	54

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Yuyapichis, provincia de Puerto Inca, región Huánuco, con la finalidad de aprovechar los residuos del cultivo de *Musa paradisiaca*, mediante el proceso de compostaje, se determinaron tres tratamientos; el primero (T<sub>1</sub>) con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de carnero y microorganismos eficaces, el segundo (T<sub>2</sub>) con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado vacuno y microorganismos eficaces y el tercero (T<sub>3</sub>) con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado vacuno. Se realizó tres repeticiones por tratamiento consideradas como R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>, para determinar datos estadísticos se usó el software Minitab 15 español. Se ejecutó nueve análisis de suelos en parcelas demostrativas, a una profundidad de 20 cm del suelo. Se determinó que los parámetros de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, no son significativamente diferentes, ya que los tratamientos demostraron resultados semejantes, mientras que los parámetros de potasio, pH y conductividad eléctrica son significativamente diferentes, T<sub>2</sub> demostró resultados más elevados de potasio y T<sub>3</sub> demostró mejores resultados de pH y CE. Según el déficit de nitrógeno, se comparó el compost con urea, siendo un promedio 315.5 sacos de compost, un promedio 7.2 sacos de urea, para una producción de 45 toneladas.

### **Palabras clave:**

compostaje, residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado, microorganismos eficaces, Compost.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the district of Yuyapichis, province of Puerto Inca, Huánuco region, in order to take advantage of the residues of the *Musa paradisiaca* crop, through the composting process, three treatments were determined; the first (T<sub>1</sub>) with residues from the cultivation of bananas, sawdust, sheep dung and effective microorganisms, the second (T<sub>2</sub>) with residues from the cultivation of bananas, sawdust, cattle dung and effective microorganisms and the third (T<sub>3</sub>) with residues of the cultivation of banana, sawdust, cattle manure. Three repetitions per treatment considered as R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub> were performed, to determine statistical data the Spanish Minitab 15 software was used. Nine soil analyzes were carried out in demonstration plots, at a depth of 20 cm from the soil. It was determined that the parameters of nitrogen, phosphorus and organic matter are not significantly different, since the treatments demonstrated similar results, while the parameters of potassium, pH and electrical conductivity are significantly deferential, T<sub>2</sub> demonstrated higher results of potassium and T<sub>3</sub> showed better results of pH and EC. According to the nitrogen deficit, the compost was compared with urea, with an average 315.5 bags of compost, an average 7.2 bags of urea, for a production of 45 tons.

### **Keywords:**

composting, crop residues of banana, sawdust, cattle manure, effective microorganisms, Compost.

## I. INTRODUCCIÓN

La provincia de Yuyapichis cuenta con un proyecto productivo “Mejoramiento de Capacidades de Producción Mediante Asistencia Técnica de la Cadena Productiva del Plátano en las Localidades del Distrito de Yuyapichis - Puerto Inca – Huánuco, el cual a la fecha ha beneficiado a seiscientos productores en 2017 y 2018, con una meta física de trescientos para el año 2019, teniendo una gran fuente de residuos orgánicos de plátano, la cual no es aprovechada o genera una carga adicional al productor de plátano, proponiendo en esta investigación el uso eficiente de compost en áreas destinadas al cultivo de plátano.

Este proyecto será de ayuda para todos los cultivos que quieran alcanzar la sostenibilidad, aprovechando los residuos orgánicos que estos generan para mejorar las condiciones y producción mediante una fertilización orgánica con compost. Además, se podrán hacer recomendaciones en planes de fertilización mediante la caracterización de compost, el requerimiento nutricional del cultivo y análisis de suelo. También tendrá gran incidencia en viveros, ya sean frutales, ornamentales o forestales, mediante la producción de materia orgánica con los restos del mismo.

Los beneficios del compost son las siguientes: Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de los agregados modificando el espacio poroso del suelo, lo cual favorece el movimiento del agua y del aire, así como también la penetración de las raíces. Incrementa la capacidad de retención de agua por el suelo, entendida como el tiempo que el agua infiltrada en el suelo se mantiene en niveles útiles para el consumo de las plantas. Según (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2014) y (Guerrero , 1993)

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general:

Caracterizar compost producido a partir de residuos del cultivo de plátano, estiércol de ganado y microorganismos eficaces, con la finalidad de realizar una fertilización con el compost obtenido (como complemento o sustituyente), comparado con una fertilización con urea en las nueve parcelas demostrativas elegidas al azar del distrito de Yuyapichis en la provincia de Puerto Inca del departamento de Huánuco.

### 2.1. Objetivos específicos:

- Instalar nueve composteras en parcelas demostrativas, teniendo en cuenta la pendiente, accesibilidad. Realizar mezcla con residuos orgánicos de la parcela demostrativa de plátano *Musa paradisiaca*, estiércol de ganado y microorganismos eficaces para acelerar y mejorar las características del compostaje.
- Realizar un análisis fisicoquímico del compost obtenido en las parcelas demostrativas, recomendando como principal fertilizante el compost producto de residuos del cultivo de plátano con estiércol de ganado y microorganismos eficaces.
- Realizar un análisis fisicoquímico del suelo de nueve parcelas demostrativas, e interpretar según los datos obtenidos para fertilización según el déficit de nitrógeno, comparando el compost obtenido y la urea como fuente de nitrógeno.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Compostaje con algunos materiales en el mundo

En estudios sobre vermicompostaje de residuos de piña teniendo datos de 0,4% de nitrógeno total, 0,4% de fósforo total y 0,9 % de potasio total, así como una relación C/N de 9-10. Se han venido realizando los esfuerzos para que se reduzca la generación de residuos de piña reutilizándolos para la extracción de compuestos valiosos como la bromelaína y antioxidantes fenólicos los cuales son utilizados en la industria farmacéutica, como es el caso de los tallos. (Mainoo, Barrington, Whalen, & Sampedro, 2009)

Realizaron el compostaje a escala de laboratorio, para lo cual utilizaron residuos de comida para perro (2,4 Kg), cascarillas de arroz (6 kg) así como compost maduro (1,6 Kg), los cuales monitorearon en sistemas de reactores durante 4 días con una emisión máxima entre 340 a 400 g de CO<sub>2</sub>/ Kg de muestra al día, un pH que comenzó cercano a la neutralidad seguido de una caída a 5 y luego llegó a 9 así como una conversión de carbono entre el 14,2% a 24,3%. (Chang, Tsai, & Wu, 2006, p. 116)

Se realizaron estudios sobre, el compostaje de hojas de piña *Ananas comosus* y estiércol de pollo en el que utilizaron 4 cajas construidas para realizar el compostaje con mezclas de insumos como las hojas piña, sobras de alimentos de pollo, melaza y estiércol de pollo con la finalidad de evaluar sus propiedades fisicoquímicas y realizar pruebas biológicas para determinar la calidad del compost producido. Estos investigadores concluyeron que el compost producido después de 57 días no tuvo malos olores, presentó bajo contenido de metales y comparable cantidad de nutrientes, así también los niveles de fitotoxicidad fueron bajos (índice de germinación mayor al 80%) por lo que recomiendan se utilice los residuos de hojas de piña y estiércol de pollo para optimizar los procesos de compostaje (Ahmed, Ch'ng, Kassim, & Majid, 2013, p. 23).

También se estudió los efectos de compost de residuos de piña en las propiedades de suelo, así como el crecimiento y rendimiento de cultivos de piña, para esto construyeron una pila

de 2000 kg, después de 3 meses compostaje se aplicó el compost a parcelas con cultivo de piña de 15 m<sup>2</sup> a una razón de 40 000 kg/ha. Durante el ciclo vegetativo se evaluaron diferentes propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del suelo, así como variables para determinar el crecimiento y desarrollo. Los investigadores concluyeron que el compost de residuos de piña redujo la densidad aparente e incrementó la materia orgánica, el nitrógeno, fósforo y potasio disponible, así también se incrementó la actividad microbiana y la abundancia de bacterias, hongos y actinomicetos beneficiosos, así como mejores rendimientos de frutos de piña (Liu, Liu, Fan, & Kuang, 2013, p. 243).

### **3.2. Experiencias de compostaje en el Perú**

Realizaron estudios para el aprovechamiento del aserrín de Estoraque, Capirona y de la mezcla de aserrín generado en el distrito de Villa el Salvador para lo cual evaluaron el proceso de compostaje y la calidad agronómica de los compost obtenidos, logrando un compostaje en un período de 4 meses. (Castro, Hermoza, & Silva, 2006, p. 99)

Se hizo un estudio de compostaje de residuos de mercado de EMMSA para lo cual evaluó el desempeño de 10 pilas de 2 toneladas cada una de dimensiones de 4 m de largo, 2,5 de ancho y 1,5 m de altura. En esta investigación no utilizaron materiales de soporte sin embargo facilitaron la aireación mediante volteo mecánico lo cual permitió reducir el tiempo de estabilización y mejores resultados. El autor citado, redacta la importancia del volteo para dar condiciones de aireación al proceso de compostaje, el cual permite que tengamos una textura ideal de compost y control de humedad. (Monge, 1994, p. 165)

Se estudió la caracterización de residuos sólidos urbanos (áreas verdes y mercados) para la elaboración de compost en el distrito de Los Olivos en la cual encontró un generación de 547.87 m<sup>3</sup> o 164 toneladas/mes, descubriendo que los mercados generaban mayor cantidad de residuos orgánicos de origen vegetal (96,91%), mientras que los residuos de áreas verdes comprendieron 40179,61 m<sup>3</sup> de grass de los cuales 38082,0 m<sup>3</sup> procedían de los parques de Los Olivos, siendo por tanto que es factible realizar una planta piloto de compostaje de un sistema de pilas abiertas. (Arenas, Romero, & Túpac, 2002, p. 129)

Se investigó la calidad de los sustratos bagacillo, aserrín o ichu picado para el compostaje, para poder identificar las mejores condiciones de temperatura, reducción tiempo de

maduración, de los malos olores y humedad en el proceso de compostaje con la aplicación de microorganismos EM (microorganismos eficientes). (Carrasco, 2009, p. 77)

Las investigaciones realizadas por estos autores nos dan la referencia que en el Perú se viene realizando la utilización de materia orgánica tales como, aserrín, ichu picado, residuos de mercados, con la finalidad de poder reutilizarlos por medio del proceso de compostaje, teniendo como producto final un abono orgánico, de gran importancia para la mejora en la producción de cultivos u otros, que es usado con más frecuencia en instituciones públicas y privadas.

### **3.3. Experiencias de compostaje usando microorganismos efectivos**

Al evaluar el proceso de compostaje de la gallinaza de aves de jaula y el efecto de los microorganismos Eficaces (EM) sobre la composición física y química de compost encontraron que el proceso de compostación se produjo de la segunda a la cuarta semana y el secado de la quinta a la sexta semana para todos los tratamientos; sin embargo, la mezcla de la gallinaza con EM presentó una diferencia estadísticamente significativa en el comportamiento del pH con respecto a la formulación de gallinaza, aserrín y EM, su pH descendió más rápido (por debajo de 8.5), lo cual indica una aceleración en el proceso de estabilización del compost. Además, en las evaluaciones físico-químicas de su producto final se encontraron mayores valores de nitrógeno y potasio. (Uribe, Estrada, Córdoba, Hernández, & Bedoya, 2001, p. 14)

Para acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos, inoculó pilas de material con una mezcla de microorganismos endógenos. Las bacterias se identificaron como *Bacillus subtilis* y *Pseudomonas fluorescens* y un hongo, *Aspergillus fumigatus*. Los resultados mostraron que las pilas inoculadas alcanzaron las características de estabilidad y madurez, cuatro semanas antes de la pila control sin inoculación. Estos resultados indicaron que el inóculo fue útil para acelerar el proceso de compostaje en residuos urbanos. (Cariello, Castañeda, Riobo, & González, 2007)

### **3.4. Compost**

El compost como un abono orgánico sólido, se obtiene cuando los microorganismos degradan los residuos orgánicos vegetales o animales en condiciones aeróbicas anaeróbicas. Es un producto asimilable por las plantas (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2008).

Los beneficios del compost son las siguientes: Mejora la estructura del suelo al favorecer la formación y estabilización de los agregados modificando el espacio poroso del suelo, lo cual favorece el movimiento del agua y del aire, así como también la penetración de las raíces. Incrementa la capacidad de retención de agua por el suelo, entendida como el tiempo que el agua infiltrada en el suelo se mantiene en niveles útiles para el consumo de las plantas. Según (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2014) y (Guerrero , 1993, p. 90)

Contribuye a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas. Permite racionalizar el uso de fertilizantes inorgánicos, ya sea como complemento o sustituyentes. Aporta organismos (bacterias) capaces de transformar los materiales insolubles del suelo en alimento para plantas. Controla la temperatura edáfica y dan protección de los suelos contra la erosión.

### **3.5. Proceso de compostaje**

La degradación de los desechos orgánicos inicia prácticamente al momento en que los desechos son generados. Bajo condiciones naturales las lombrices, los nematodos y algunos insectos inician el rompimiento de la materia orgánica en partículas de menor tamaño con el fin de aumentar la exposición de estas a la degradación microbiana. (Chen, De Haro Marti, Moore, & Falen, 2011, p. 1)

Bajo condiciones controladas, estas acciones son desarrolladas por operadores que muelen y cortan la materia orgánica de mayor tamaño, los restos de cultivo de *Musa paradisiaca* se picarán con machetes con dimensiones menores a 15 centímetros.

El proceso por el cual se da la descomposición de materia orgánica hasta obtener un producto estable (compost) se puede dividir según su temperatura en cuatro fases:

#### A. Mesófila

Cuando las condiciones físicas son establecidas, los microorganismos colonizan la materia orgánica e inician el proceso de compostaje. Los organismos mesófilos, presentes cuando el rango de temperatura es entre 24 °C y 40 °C, descomponen azúcar y almidón provocando un aumento en la temperatura (Chen et al., 2011). El material primario comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (incluso en horas), la temperatura asciende hasta los 45 °C. Este aumento es debido a que los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos que pueden bajar el pH hasta cerca de 4 o 4,5. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013, p. 15)

#### B. Termófila

Una vez que el material alcanza temperaturas mayores a 45 °C, los microorganismos mesófilos son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias, las cuales degradan las fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina.

La temperatura del material aumenta rápidamente a temperaturas entre 65 °C y 70 °C en tiempos de 24 a 72 horas, y puede mantener esta temperatura por días o semanas dependiendo de las propiedades de la materia, el tamaño de la pila de compostaje y las condiciones ambientales.

A esta fase se le llama activa debido a que se acelera el proceso de descomposición de la materia orgánica. Los microorganismos de esta fase transforman el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. Otro aspecto fundamental de esta fase es la destrucción de bacterias y patógenos debido a las altas temperaturas del material. El calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp*; además eliminan quistes, huevos de helminto, esporas de hongos y semillas de malezas. (Chen, De Haro Marti, Moore, & Falen, 2011, p. 10)

#### C. Enfriamiento o Mesófila II

Agotadas las fuentes de carbono y nitrógeno en el material de compostaje, la temperatura desciende hasta los 40-45°C. Continúa la degradación de polímeros y aparecen algunos

hongos. Los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, manteniéndose ligeramente alcalino.

#### D. Maduración

Esta etapa puede abarcar de 1 a 4 meses, y tiene como fin curar el compost inmaduro. Un compost inmaduro puede contener altos niveles de ácidos orgánicos, alta relación carbono-nitrógeno, valores extremos de pH, alto contenido de sales; cualquiera de estos estados puede dañar o matar a las plantas si se aplica al suelo en este estado. (Chen, De Haro Marti, Moore, & Falen, 2011)

### 3.6. Materiales de Soporte (Bulking Agents)

Ha sido demostrado que materiales de soporte como residuos de cultivos de arroz y aserrín incrementaron la degradación y lograron una buena calidad del compost de residuos de comida, así también; materiales de soporte como la paja, el aserrín, cáscaras de maní, turba, cascarillas de arroz, entre otros han sido muy efectivos para el compostaje de estiércol de cerdo y lodos de aguas residuales. (Quevedo Beltrán, 2017, p. 24)

“Los materiales de soporte juegan un importante rol en el compostaje porque proveen una mejor valoración de nutrientes, una mejor aireación, reducen la humedad y regulan el pH” (Batham, Gupta, & Tiwari, 2013). Una de las principales características de los materiales de soporte es que estos proveen un porcentaje óptimo de los espacios libres aire (FAS), el cual es un indicador de cantidad y movimiento de aire a través de la matriz del compost. (Rivin, 2007, p. 256)

La estrategia para utilizar materiales de soporte (bulking agents) es la siguiente: el material se biodegrada con el resto de materiales a compostar y forma parte del producto final como es el caso de la viruta y el material no se biodegrada o se biodegrada mucho más lentamente que el resto de materiales a compostar, luego es separado del producto final y reciclado para reuso, como es el caso de residuos de madera más grandes que las virutas. (Tucker, 2005, p. 1)

### 3.7. Funciones Importantes de los Materiales de Soporte (Bulking Agents)

“Las funciones de los materiales de soporte (bulking agents) en el proceso de compostaje son las siguientes” (Batham, Gupta, & Tiwari, 2013):

- Ajuste de pH entre 6 y 8 el cual es el rango óptimo.
- Aceleran el proceso de compostaje al modificar la densidad aparente de forma específica en los residuos a compostar.
- Controlar y mantener la relación C/N apropiada.
- Mejoran la capacidad de absorción de agua de los materiales a compostar.
- Promover una adecuada aireación de tal forma que se facilite la existencia de Espacios libres de aire para un mejor y más rápido proceso de compostaje.

### **3.8. Microorganismos Efectivos**

Los microorganismos efectivos o EM (siglas en inglés de effective Microorganisms) son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, que se usan principalmente para los alimentos o que se encuentran en los mismos. Contiene organismos beneficiosos de tres géneros principales: fototróficas, bacterias productoras de ácidos lácticos y levaduras. (Research Organization, 2006)

“Según su historia se comenta que el producto: EM fue desarrollado desde hace más de 20 años por el doctor Teruo Higa, profesor de la facultad de Ryukyus en Japón” (Okumoto, 2003). “Por otro lado se indica que los organismos eficientes fueron desarrollados en forma líquida a lo largo de muchos años por parte del profesor Higa” (Research Organization, 2006). Al principio era considerado una alternativa para químicos agrícolas, pero su uso ahora se ha extendido a en aplicaciones al campo ambiental, industrial y de salud, sin embargo, se debe enfatizar que los EM no es un químico, ni sintético, ni una medicina. (Tinco Curi & Vázquez Vicente, 2016)

### **3.9. El problema de la gestión de los residuos en el Perú**

Nuestro país está en una fase incipiente en cuanto al manejo de sus residuos orgánicos. Según informes de la gestión de residuos sólidos, en Perú se ha viene realizando esfuerzo para reducir la generación de residuos orgánicos sin embargo comparando los años 2009 y 2012, el porcentaje de residuos sólidos siendo todavía considerable (50,91%). (Ministerio Nacional del Ambiente [MINAM], 2009) y (Ministerio Nacional del Ambiente, 2012)

En el año 2012, en el Perú se generaron 6,2 millones de toneladas, 4,6 millones correspondían a residuos domiciliarios y 1,6 millones correspondieron a residuos comerciales y de otros sectores. En este año la composición de los residuos sólidos

comprendió materia orgánica (50,9%), plásticos (10,1%) y residuos peligrosos (8,5%). En el caso de residuos sólidos no municipales alcanzaron los 11 millones de toneladas a nivel nacional de los cuales 98% se relacionaron con el sector agrícola y en menor proporción de los sectores vivienda y salud. Los residuos sólidos no municipales comprendían envases contaminados (41,4% de sus residuos peligrosos), en el sector pesquero las borras de aceite (52,5%); en comunicaciones, los residuos contaminados con mezclas y emulsiones de aceites y agua (65,7%); en agricultura los residuos de aceite (57,4%); en construcción y saneamiento, los residuos de lodos de pozo séptico, aguas servidas y de lavados de equipos (99,7%), y en transporte, los residuos metálicos (38,05%) entre otros. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe[CEPAL], 2016)

En América Latina la generación de residuos de alimentos es 25 Kg por persona al año, lo que representa un 18,65% de consumo per cápita al año, estos residuos comprenden residuos de alimentos y alimentos perdidos tales como cereales, raíces y tuberosas, plantas oleaginosas, frutas y vegetales, carne, pescado y productos de consumo diario como lácteos entre otros. (High Level Panel of Experts [HLPE], 2014)

### 3.10. Muestreo de suelos

En el proceso de análisis de suelos la mayor fuente de error es en el momento de realizar el muestreo en el campo o en el invernadero. Esto por cuanto una muestra de sólo 0,5 kg representa varios millones de kg provenientes de varias hectáreas. El muestreo debe ser lo más representativo posible del área a investigar. El muestreo de suelos debe estar basado en la toma de suficiente número de submuestras de áreas no muy grandes que garanticen la mejor representación posible y que permitan disminuir el error de muestreo por efectos de la variabilidad en la fertilidad del suelo. En el cuadro 1 se presentan una serie de recomendaciones para la toma eficiente de muestras. (Ramírez, 1998, p. 6)

*Tabla 1.* Criterios para la toma correcta de muestras de suelo

<b>Criterio</b>	<b>Observación</b>
<b>1. Selección del área:</b>	Se escogen áreas con características similares de topografía, con un mismo cultivo o variedad, con un manejo similar (riego, sombra, poda, sistema de siembra).
Topografía	Un límite natural como un camino o un río
Límites naturales	
Vegetación o cultivo	
Manejo	
Color	

Textura	pueden separar lotes. Suelos con color y textura similar
<b>2. Tamaño de lotes</b>	En frutales y otros perennes: 2 y 10 has. En cultivos intensivos como hortalizas, ornamentales y flores: menos de 2 has.
Cultivos perennes	Cultivos extensivos en riego por goteo como melón y sandía: 2-5 has.
Cultivos intensivos	Cultivos extensivos como arroz, pastos y banano: 5-10 has.
Cultivos extensivos	Cultivos extensos y homogéneos (caña de azúcar, palma, forestales): 10-20 has
<b>3. Número y tamaño de submuestras</b>	Mínimo 15 submuestras, se mezclan entre sí y se selecciona 0.5 kg para análisis.
Número de submuestras	Profundidad para mayoría de cultivos: 0-20 cm
Tamaño de submuestras	Pastos: 7-10 cm Cultivos perennes y forestales: 0-20 cm y 20-40 cm
<b>4. Sitio de muestreo</b>	Aleatorio en zigzag. Banda de fertilización: 10-50 cm de planta en cultivos de hortalizas, y perennes de alta densidad.
Area de aplicación de fertilizante	Zona de rodaja en perennes y forestales. No muestrear sitios recién fertilizados o encalados (<1mes), caminos, trillos, cerca de edificios, áreas encharcadas.
Entrecalle	Riego por goteo: zona media entre el gotero y el extremo del bulbo de humedecimiento
<b>5. Epoca de muestreo</b>	1-2 meses antes de sembrar para contar con tiempo suficiente para correcciones, poco antes de inicio de lluvias.
Antes de siembra	Pastos: después del pastoreo.
Áreas sembradas	Frecuencia de muestreo: 1-3 años, depende de fertilidad
<b>6. Identificación</b>	Utilizar bolsas plásticas, las muestras de suelo no se deterioran si pasa un tiempo prudencial sin ser enviadas al laboratorio
Nombre empresa	
Ubicación	
Cultivo	
Lote o sección, fecha	
<b>7. Tipo de análisis</b>	Rutina: pH, Acidez intercambiable, Ca, Mg, K, P, S, Fe, Cu, Zn, Mn.
	Muestreo primera vez: rutina + textura, materia orgánica.
	Clasificación: anteriores + CIC y bases en acetato de amonio, densidad aparente y de partículas, curvas de retención de humedad.
	Riego por goteo: rutina + conductividad eléctrica

La tabla 1 permite a la investigación a tomar decisiones correctas para la toma de muestras. Fuente (Ramírez 1998).

### **3.11. Interpretación de resultados**

“La utilidad de los análisis de suelos demuestra todo su potencial para el diseño de recomendaciones de fertilización y manejo de nutrientes que busquen alcanzar rendimientos y rentabilidad altos cuando se les usa conjuntamente con otra información disponible”. (Instituto de la Potasa y el Fosfato, 1997)

La interpretación de los análisis de suelos se hace utilizando tablas de fertilidad que contienen los valores de referencia de los nutrientes con base en el concepto de nivel crítico. El diseño de estas tablas se realiza con información derivada de investigaciones de invernadero y campo en calibración y correlación de análisis de suelos, y con la experiencia acumulada por laboratorios y especialistas en el tema, la mayoría vinculados al sector público y universidades. Estas tablas usualmente clasifican los contenidos de nutrientes en varias categorías: bajo o deficiente, medio o suficiente, óptimo o adecuado, y alto o excesivo. (Instituto de la Potasa y el Fosfato, 1997)

### **3.12. Taxonomía y morfología del plátano**

El plátano es oriundo del sudeste asiático, es probable que se haya originado en una región situada entre la India y el este de la península Malaya siendo un fruto tropical altamente cultivado y una de las cuatro más importantes en términos globales, por su rápido crecimiento y excelente nivel nutricional.

El género *Musa* es el género tipo de la familia de las musáceas, que comprende una cincuentena de especies de megaforbas de confusa taxonomía. Son grandes plantas herbáceas perennes con un pseudotallo constituido a partir de las vainas foliares, generalmente de gran tamaño, a veces parcialmente leñosas. Tallo subterráneo rizomatoso del que parten sus grandes hojas, cuyas vainas están dispuestas en espiral fuertemente apretadas unas a otras, constituyendo el falso tronco. Hojas grandes, simples, enteras, con vaina y normalmente con pecíolo, flores hermafroditas o unisexuales, con brácteas; perianto cigomorfo, diferenciado a menudo en cáliz y corola; androceo constituido generalmente por 5 estambres y 1 estaminodio; ovario ínfero trilocular. Inflorescencias en espiga o en panícula y frutos abayados o capsulares. (Belalcázar , 1991, p. 376)

Tabla 2.  
*Clasificación taxonómica del cultivo de plátano hartón*

<b>Clasificación taxonómica</b>	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Zingiberales</i>
Familia	<i>Musaceae</i>
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>Paradisiaca</i>
Nombre científico	<i>Musa paradisiaca</i>
Nombre vulgar	Plátano Hartón

La presente tabla nos permite conocer la descripción taxonómica de plátano Hartón, según fuente: (Molina & Dayana, 2016, p. 21).

### **3.13. Requerimientos edafoclimáticos**

El crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos perennes como el plátano son el resultado de la interacción armónica de los principales factores climáticos de la zona de producción y las propiedades físicas químicas del suelo. Si en determinadas etapas del desarrollo del cultivo alguno de estos factores incide en magnitudes por fuera de los límites de tolerancia, las plantas alterarán su desempeño productivo y fisiológico.

Temperatura 28-32°C, Precipitación promedio de 806 mm anual, Suelo franco arcillo arenoso, pH de 7.49, Humedad relativa 68, las plantas alterarán su desempeño productivo y fisiológico, por efectos climáticos (Molina & Dayana, 2016, p. 21).

### **3.14. Plan de manejo de los recursos hídricos**

Los requerimientos durante periodo vegetativo son constantes, a partir de la semana 18 después de la siembra hay un aumento en el consumo de agua en mm/semana. El mayor consumo de agua por parte de la planta de plátano se lleva a cabo en la etapa de reproducción en la formación de la bellota, una vez formado el racimo el consumo de agua por la planta disminuye, ya que la planta deja de emitir hojas por lo tanto se reduce la transpiración de la planta, en días soleados se recomienda aplicar 26 litros de agua por planta, 17 litros en días seminubosos y 10 litros en días completamente nubosos (Castaño, Aristizábal, & González, 2011).

Siendo de gran importancia conocer el requerimiento hídrico del plátano en la presente investigación, ya que la fertilización con compost permitirá mejorar la capacidad de retención de agua en el suelo, generando mejoras en calidad y producción.

### **3.15. Residuos agrícolas**

Se entiende por residuo, de forma general, a un producto cuya característica fundamental es que no tiene valor ni estimación en las circunstancias en las que se genera y que se ha de retirar para facilitar o mejorar los procesos de producción cultivo. (Cuadros, 2008, p. 1)

Los residuos por la naturaleza química se clasifican en inorgánicos y orgánicos. Los residuos inorgánicos son aquellos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre, mientras que los restos orgánicos tiene su origen en los seres vivos, incluyendo una gran diversidad de residuos que se originan como consecuencia de las funciones fisiológicas de mantenimiento y perpetuación o son producto de la explotación por el hombre de los recursos biológicos. Entre las fuentes de residuos orgánicos están: actividad agropecuaria, agroindustrial, industria láctea, frigorífica, cerealera, aceitera y granos oleaginosos, industria pesquera, forestal y residuos sólidos urbanos. (Sztern & Pravia, 1999, p. 1)

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

- Ciento diecisiete saquetas de 50 kg
- Nueve palas rectas, uno por compostera
- Nueve machetes, uno por compostera
- Poseadora de dos manos
- Treinta y seis postes de madera de 2.7 m, cuatro por compostera
- Treinta y seis tablas de madera de 3 m de largo por 40 cm de ancho, cuatro por compostera
- Hoja de palmera para techado
- 8 kg de clavo de 4 y 2 pulgadas

### **4.2. Equipos**

- Balanza electrónica de 10 kg
- Balanza electrónica de 100 kg
- GPS
- Cámara fotográfica de 13 megapíxeles
- Wincha métrica

### **4.3. Equipos de gabinete**

- Laptop
- Software Minitab 18, para obtener estadísticas
- Cuadernos de apunte
- Lapiceros

### **4.4. Unidad de análisis**

#### **4.4.1 Unidad de análisis**

- Compost

#### 4.4.2. Universo

- Compost producido con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de carnero y microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1), siendo este el tratamiento uno (T<sub>1</sub>)
- Compost producido con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado bovino y microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1), siendo este el tratamiento dos (T<sub>2</sub>).
- Compost producido con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado bovino, siendo este el tratamiento tres (T<sub>3</sub>).

#### 4.5. Método

Se determinaron tres tratamientos; el primero con insumos de residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de carnero y microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1), determinado como T<sub>1</sub>, el segundo con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado vacuno y microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1), determinado como T<sub>2</sub> y el tercero Compost producido con residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado vacuno, determinado como T<sub>3</sub>. Además, se determinó tres repeticiones por tratamiento consideradas R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>, instalando nueve composteras a nivel del distrito de Yuyapichis ubicados en las localidades de: Santa Rosa de Yanayacu, Los ángeles, Yanayaquillo, La Libertad, C.N. Pampas Verdes, La Colmena y el C.P. Yuyapichis (véase en la tabla 3 y 4; y anexo del 22-30). Se realizó la mezcla de residuos orgánicos, para ello se picó con machete los restos del cultivo de plátano en pedazos menores a 15 cm (hojas, tallo, hijuelos, frutos y restos de cultivo, véase figura 3), logrando un total de cuatro sacos de 35 kg cada uno, se adicionó cuatro sacos de aserrín de 35 Kg a los tres tratamientos y cinco sacos de 35 kg de estiércol de ganado vacuno para el tratamiento T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> (véase anexo 6), añadiéndose cinco sacos de estiércol de carnero de 35 kg para el tratamiento T<sub>1</sub>; por último se añade microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1) activando un litro EM y un litro de melaza en 18 L de agua durante media hora, esto para los tratamientos T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> (véase figura 4 y anexo 7). Cada tratamiento tuvo tres repeticiones para establecer datos estadísticos.

Se procedió hacer la mezcla de todos los residuos, poniendo por capas, colocando en la parte inferior el aserrín, al medio los restos del cultivo de plátano y encima los restos de ganado, siendo vacuno o de carnero. Después se añadió tres baldes de 20 L a cada compostera y se realizó el volteo cada siete días para facilitar la aireación en el proceso, así como la desintegración continua de los restos a compostar, durante los dos primeros meses, en la

etapa mesófila, termófila y de enfriamiento, dejando al tercer mes la etapa de maduración donde el proceso de compostaje llega a temperatura ambiente.

*Tabla 3.*  
Tratamientos y Repeticiones

REPETICIONES	TRATAMIENTOS		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
	residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de carnero y microorganismos eficaces (EM <sup>o</sup> 1)	residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado vacuno y microorganismos eficaces (EM <sup>o</sup> 1)	residuos del cultivo de plátano, aserrín, estiércol de ganado bovino
R <sub>1</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>
R <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>
R <sub>3</sub>	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>

La tabla 3 determina nueve objetos de estudio

*Tabla 4.*  
Identificación y ubicación de composteras instaladas como objeto de estudio

OBJETO DE ESTUDIO	PROPIETARIO	DNI	UBICACIÓN	COORDENADA
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Ferrer Rojas	22495589	Santa Rosa de Yanayacu	507627, 8943601
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Sánchez Céspedes	44991691	Santa Rosa de Yanayacu	502466, 8938363
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Ramirez	23173670	Los Ángeles Huaranga	502271, 8937933
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	80138900	Yuyapichis	502676, 8934137
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	05922793	Yuyapichis	502403, 8933526
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Robalino Pacaya	23172934	Yanayaquillo	502482, 8938115

T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora	17437814	La Libertad	507317, 8919012
	Hurtado			
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis	43194284	Comunidad	511040, 8936844
	Ampiche Rivera		Nativa Pampas	
			Verdes	
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena		La Colmena	507540, 8919012
<b>Total</b>			<b>9</b>	

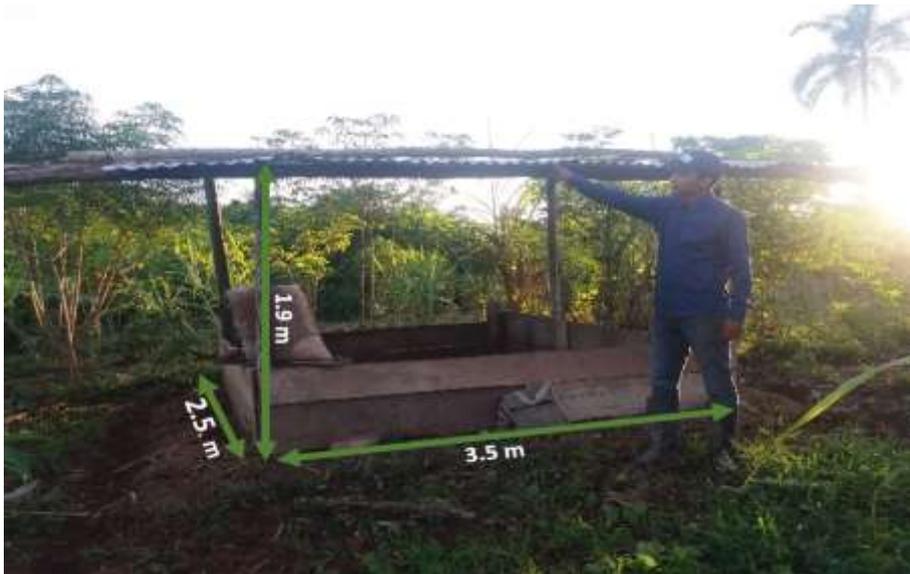
La tabla 4 indica la distribución de composteras instaladas al azar dentro del distrito de Yuyapichis, en parcelas demostrativas de *Musa p* (véase en anexo del 22 – 30).

Una vez determinados los objetos de estudio, se realizó la instalación de nueve composteras como objeto de estudio, con dimensiones de 3.5 metros de largo por 2.5 m de ancho a una altura de 1.9 m, se reanalizó el techado de las composteras con hojas de palmeras (característico de la zona) o con hojas de calamina, se cerca el contorno con tabla o tablilla a 50 cm del suelo y como última medida se hacen zanjas de escurrimiento de agua, todo esto para tener un buen control de humedad en el proceso de compostaje drenaje(véase figura 1-2 y anexo 1-2-3-4-5).



Figura 1. Compostera echa con techo de hoja de palmera característica de la zona

La figura 1 muestra una compostera instalada con dimensiones de 3.5 m de largo por 2.5 m de ancho a una altura de 1.9 m.



*Figura 2. Compostera techada con hoja de calamina*

La figura 2 muestra una compostera instalada con dimensiones de 3.5 m de largo por 2.5 m de ancho a una altura de 1.9 m.



*Figura 3. Se picaron los restos de cultivo de plátano con residuos menores a 15 cm*

La figura 3 muestra cómo se picó los trozos de plátano, con la finalidad de que el proceso de compostaje acelere, mientras más pequeños sean los trozos.



*Figura 4. Adición de microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1)*

La figura 4 indica como se añade los microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1) activando un litro EM y un litro de melaza en 18 L de agua durante media hora.

#### **4.6. Diseño experimental**

El diseño experimental está distribuido en nueve objetos de estudio o unidades experimentales las cuales fueron sometidos al diseño aleatorio o azar, se sorteó de cuarenta y ocho parcelas demostrativas, dedicadas a la producción de plátano bellaco Hartón se eligieron nueve, distribuidas en el distrito de Yuyapichis (véase figura 5), las cuales obedecen a los 3 tratamientos con sus 3 repeticiones (T<sub>1</sub>R<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>R<sub>1</sub>, T<sub>3</sub>R<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>R<sub>2</sub>, T<sub>2</sub>R<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>R<sub>2</sub>, T<sub>1</sub>R<sub>3</sub>, T<sub>2</sub>R<sub>3</sub>, T<sub>3</sub>R<sub>3</sub>). Los tratamientos obedecen a la variante el tipo de estiércol para cada tratamiento y la variante que podamos tener con la adición de microorganismos eficaces.

#### **4.7. Análisis de laboratorio**

El compost obtenido de cada tratamiento y sus respectivas repeticiones (objetos de estudio) fueron llevados al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-UCA YALI) se analizaron los siguientes parámetros:

*Tabla 5.*  
Parámetros que se evaluarán

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>METODOLOGÍA ESTABLECIDA</b>
Ph	H <sub>2</sub> O	Suelo/agua: 1:2.5
N	%	Método Micro Keldahl
M.O	%	Método Nelson & Sommer
P	ppm	Método Olsen Modificado
Al	Cmol(+)/Lt	Extracción KCl
C.E	ds/cm	Suelo/agua: 1:2.5
K	Cmol(+)/Lt	Absorción atómica

La tabla 5 indica los parámetros evaluados que determina el laboratorio del instituto nacional de innovación agraria (INIA) y los métodos como serán evaluado (véase anexo 8).

#### **4.8. Ubicación**

- País : Perú
- Departamento : Huánuco
- Provincia : Puerto Inca
- Distrito : Yuyapichis
- Sectores : Santa Rosa de Yanayacu, Comunidad Nativa Pampas Verdes, La Libertad, Yanayaquillo, La Colmena, Los Ángeles y Yuyapichis.
- Temperatura : 27° C
- Latitud : 240 msnm



Figura 5. Distribución de las composteras instaladas

La figura 5 muestra que T1R1, T1R2, T1R3, T2R1, T2R2, T2R3, T3R1, T3R2 y T3R3 se instalaron en las localidades de Santa Rosa de Yanayacu, La libertad, Comunidad Nativa Nazareth, La Libertad, Yanayaquillo, La Colmena y Yuyapichis.

#### 4.9. Recolección de muestras de suelo, análisis e interpretación

##### 4.9.1. Descripción de puntos de muestreo

Para la colección de suelo se fijó puntos de muestreo sobre las parcelas demostrativas destinadas a la plantación de *Musa paradisiaca*, localizadas en el distrito de Yuyapichis, en la provincia de Puerto Inca, región Huánuco. seleccionando un total de veinticinco puntos mediante un muestreo aleatorio en zig zag, las muestras se obtuvieron a una profundidad de 20 centímetros del suelo, haciendo un corte con pala recta por parcela demostrativa de forma tal que se obtuviera la mayor representatividad posible del área seleccionada, también tomando en cuenta la accesibilidad al sitio de muestreo (véase anexo 9).

#### 4.9.2. Muestreo de Suelo

Por puntos descritos anteriormente se hizo un muestreo de suelo de la capa arable. Para lo cual, se limpiará la vegetación superficial, luego se tomará una muestra de suelo de aproximadamente 1 Kg de suelo, obtenido de las veinticinco submuestras por parcela, las que fueron almacenadas en depósitos herméticos.

#### 4.9.3. Plan de fertilización para la deficiencia de nitrógeno (N%) comparando análisis físicoquímico de suelo y compost

El cultivo de plátano requiere suelos que sean fértiles, permeables, profundos y ricos en potasio, arcillo-silíceos, calizos. Los requerimientos nutricionales varían entre especies y dependen de muchos factores tales como: material genético, la población de plantas, el clima, la sanidad del cultivo, y la disponibilidad de nutrientes y de agua en el suelo.

A partir de esto se obtiene esta Tabla que permite identificar los principales elementos extraídos por el cultivo de plátano, se tomará el nitrógeno requerido como referencia.

*Tabla 6.*

Requerimiento nutricional para producción de *Musa paradisiaca*

<b>Elementos extraídos por el cultivo de plátano</b>	
<b>Nutrientes</b>	<b>Elemental (kg/ha)</b>
N	220
P	105
K	430
Ca	220
Mg	60

La tabla 6 detalla los nutrientes esenciales para la producción de cultivo de *Musa paradisiaca*, siendo indispensable la fertilización, de los cuales se evaluará N. Fuente (Rodríguez & Guerrero , 2002)

La fertilización de con compost se realizará a partir del primer mes, racionando los nutrientes durante nueve meses, el plan de fertilización que se realizará en el presente proyecto de investigación utilizará como base de datos el análisis de suelos proporcionado por el INIA.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Análisis de resultados de compost

En la presente investigación “Caracterización de compost de residuos del cultivo de *musa paradisiaca*, usando estiércol, aserrín y microorganismos eficientes, para fertilización orgánica yuyapichis – 2019”, se obtuvieron los siguientes datos, de nueve muestras llevadas al laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-UCAAYALI), cada muestra con 1 kg de peso, con información levantada en campo y gabinete (véase anexo 10-11-12)

Tabla 7.  
Resultados obtenidos del laboratorio

N°	Código	Parámetros						
		pH	N %	M.O %	P ppm	AL Cmol(+)/Lt	C.E ds/cm	K Cmol(+)/Lt
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	8.87	0.80	16.08	169.98	0.00	0.10	2.92
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	8.91	0.79	15.73	187.74	0.00	0.12	2.98
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	8.75	0.97	19.37	180.13	0.00	0.10	2.98
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	9.16	1.01	20.19	124.31	0.00	0.15	3.21
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	9.49	0.74	14.79	180.13	0.00	0.15	2.92
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	9.41	0.78	15.61	213.11	0.00	0.14	2.94
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	7.83	0.97	19.49	167.44	0.00	0.09	2.70
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	8.04	0.98	19.60	208.03	0.00	0.09	2.54
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	8.08	0.91	21.37	142.07	0.00	0.08	2.72

La tabla 7 muestra los resultados obtenidos de los parámetros de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica (MO), potencial de iones hidrógeno(pH) y conductividad

eléctrica (CE) con sus respectivas unidades correspondientes a las muestras de compost llevadas al laboratorio (FUENTE: INIA-véase Anexo 8)

## 5.2. Análisis estadístico de variables

Para realizar el diseño estadístico, se consideró los siguientes factores: dosis de restos del cultivo de plátano, que han sido los mismos para los tres tratamiento ( $T_1, T_2$  Y  $T_3$ ), dosis de aserrín, siendo las mismas cantidades para los tres tratamiento, dosis de estiércol de ganado vacuno para el tratamiento  $T_2$  y  $T_3$ , la misma dosis pero de estiércol de carnero para  $T_1$  y se hizo la misma dosis para la incorporación de microorganismos eficaces para los tratamientos  $T_1$  y  $T_2$ , evitando su uso en  $T_3$ , con esto se determinó y comparó resultados teniendo en cuenta el tipo de estiércol y la incorporación de EM, Se tomó en cuenta las variables cuantitativas, el contenido de N, P, K, pH, MO, Al y C.E.

## 5.3 Contenido nutricional de compost

Se realizó un análisis estadístico para cada elemento, con la ayuda del software Minitab 18. Usando el análisis Fisher para la aceptación de la hipótesis nula o el rechazo de la hipótesis alternativa según el promedio de las medias con un nivel de significancia de 5%.

*Tabla 8.*  
Contenido de nitrógeno

<b>Parcelas</b>	<b>Código</b>	<b>Propietario</b>	<b>Parámetro N (%)</b>
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	0.80
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	0.79
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	0.97
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	1.01
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	0.74
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	0.78
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	0.97
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	0.98
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	0.91

La tabla 8 muestra la concentración de nitrógeno en porcentaje, siendo T<sub>2</sub>R<sub>1</sub> el % de nitrógeno más alto, estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA.

Se formó la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) e hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha$ ), siendo:

H<sub>0</sub> : El nutriente de nitrógeno promedio obtenido de compost será el mismo utilizando cualquier tratamiento T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> o T<sub>3</sub>, esto significa que los objetos de estudio T<sub>1</sub>= T<sub>2</sub>=T<sub>3</sub>

H<sub>1</sub> : El nutriente de nitrógeno promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado

Se establece el valor de Fisher (p), siendo;  $p > \alpha$  entonces se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), de ser menor se rechaza.

*Tabla 9.*

*ANOVA de un solo factor: Nitrógeno(N) vs. Tratamientos con el software Minitab 18*

<b>Análisis de Varianza</b>							
<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>SC</b>	<b>MC</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>		<b>Ajust.</b>	<b>Ajust.</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
T <sub>1</sub>	3	0.8533	0.1012	0.02220	0.01110	1.01	0.418
T <sub>2</sub>	3	0.8433	0.1457	0.06580	0.01097		
T <sub>3</sub>	3	0.9533	0.0379	0.08800			

La tabla 9 del análisis de varianza indica que el valor de p es de 0.418. Al ser la p mayor que el nivel de confianza (0,05) quiere decir que las medias de los tratamientos son semejantes, por lo tanto, el efecto de los tratamientos en el proceso de compostaje es prácticamente el mismo, considerando el nitrógeno como nutriente.

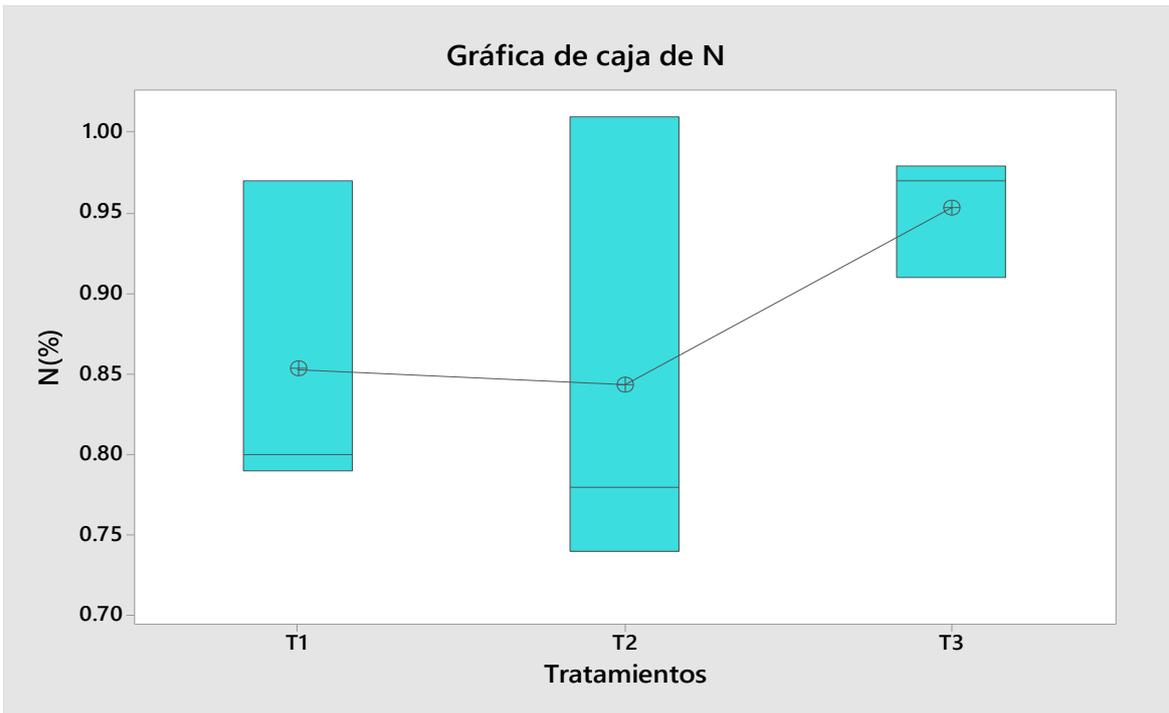


Figura 6. Gráfica de caja de nitrógeno (N %)

la figura 6 muestra los rangos alcanzados según el tratamiento utilizado en el proceso de compostaje.

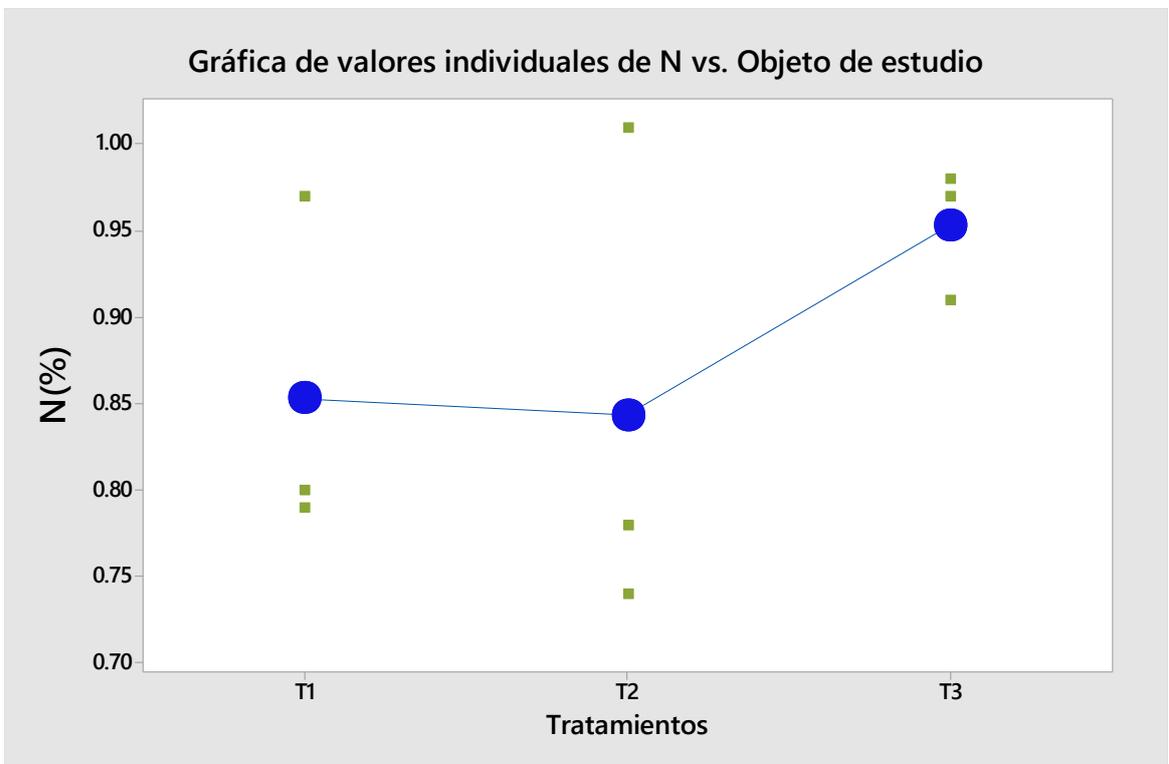


Figura 7. Gráfica de valores individuales de N vs Objetos de estudio o Tratamientos

la figura 7 muestra los valores distribuidos en un plano, correspondiendo valores máximos el tratamiento T<sub>2</sub>, de tal manera el mismo tratamiento nos indica un valor mínimo,

interpretándose esto a factores como clima y control de humedad, teniendo como tratamiento más idóneo al tratamiento T<sub>3</sub>.

Tabla 10.

Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias

Objeto de estudio	N	Media	Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	Agrupación	Valor T	Valor p ajustado
T <sub>3</sub>	3	0.9533	T <sub>2</sub> - T <sub>1</sub>	-0.0100	A	-0.12	0.911
T <sub>1</sub>	3	0.8533	T <sub>3</sub> - T <sub>1</sub>	0.1000	A	1.17	0.287
T <sub>2</sub>	3	0.8433	T <sub>3</sub> - T <sub>2</sub>	0.1100	A	1.29	0.246

La tabla 10 indica que las medias que comparten una letra son poco significativas para según el porcentaje de nitrógeno. Por ello asumimos que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, son similares.

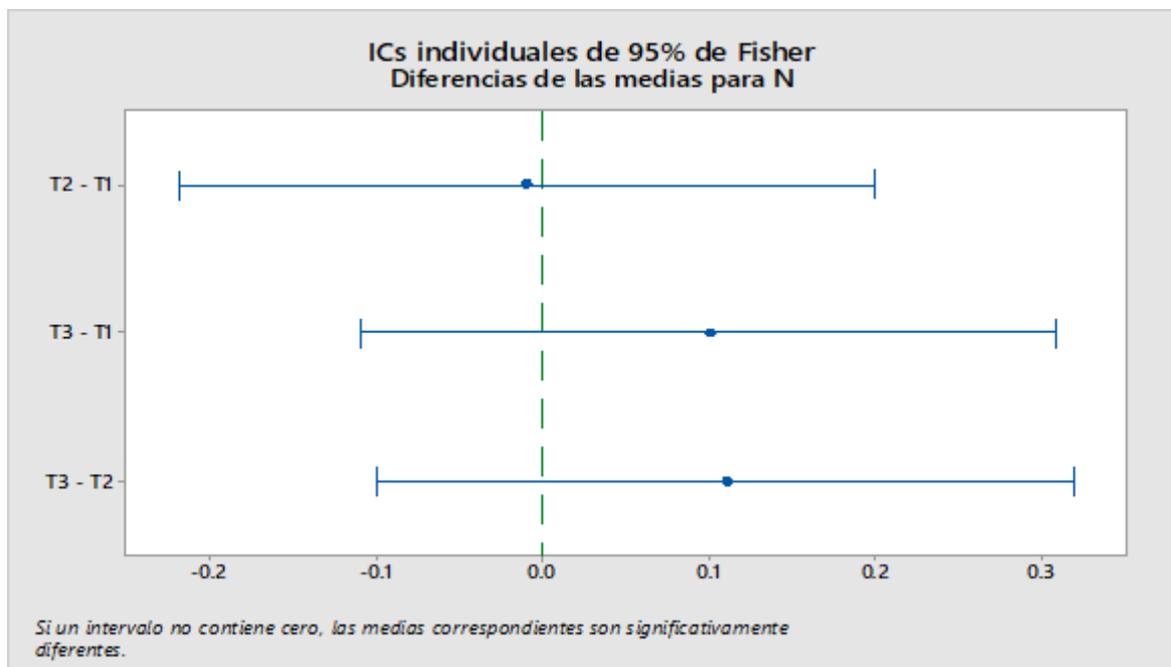


Figura 8. Diferencias de las medias para N

En la figura 8 los tratamientos comparados, las medias no tienen un intervalo de cero, asumiendo que las medias evaluadas son diferentes.

*Tabla 11.*  
Contenido de fósforo

<b>Parcela</b>	<b>Código</b>	<b>Propietario</b>	<b>Parámetro P (ppm)</b>
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	169.98
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	187.74
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	180.13
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	124.31
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	180.13
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	213.11
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	167.44
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	208.03
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	142.07

La tabla 11 muestra la concentración de fósforo en partes por millón (ppm), estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA.

Se establece la hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alternativa ( $H_1$ ), con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha$ ), siendo:

$H_0$ : El nutriente de fósforo promedio obtenido de compost será el mismo utilizando cualquier tratamiento  $T_1$ ,  $T_2$  o  $T_3$ , esto significa que los objetos de estudio  $T_1 = T_2 = T_3$ .

$H_1$ : El nutriente de fósforo promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

Se establece el valor de Fisher ( $p$ ), siendo;  $p > \alpha$  entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), de ser menor se rechaza.

Tabla 12.

ANOVA de un solo factor: P(ppm) vs. TRATAMIENTOS

Análisis de Varianza							
Tratamientos	P	Media%	Desv.Est.	SC	MC	Valor	Valor
	ppm			Ajust.	Ajust.	F	p
T <sub>1</sub>	3	179.28	8.91	91.62	45.81	0.04	0.958
T <sub>2</sub>	3	172.5	44.9	6402.42	1067.07		
T <sub>3</sub>	3	172.5	33.3	6494.04			

La tabla 12 del análisis de varianza indica que el valor de p es de 0.958. Al ser la p mayor que el nivel de confianza (0,05); quiere decir que las medias de los tratamientos son semejantes, por lo tanto, el efecto de los tratamientos en el proceso de compostaje es prácticamente el mismo, considerando el fósforo como nutriente.

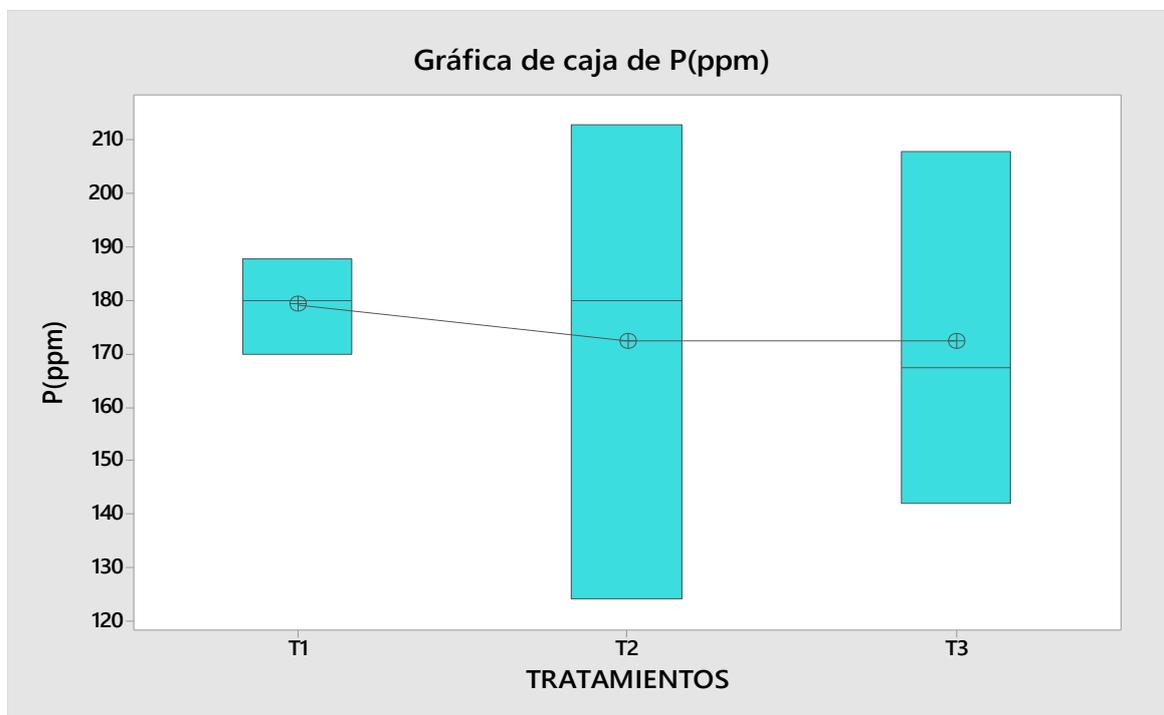


Figura 9. Gráfica de caja de Fósforo P(ppm)

La figura 9 muestra los rangos alcanzados según el tratamiento utilizado en el proceso de compostaje.

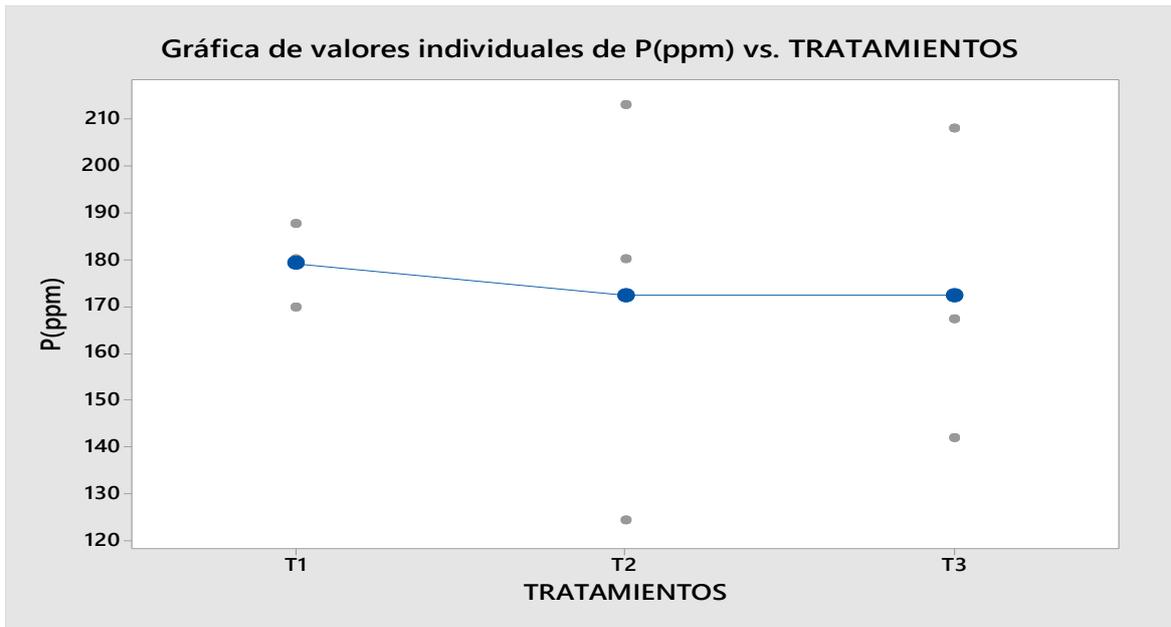


Figura 10. Gráfica de valores individuales P vs TRATAMIENTOS

La figura 10 muestra los valores distribuidos en un plano, correspondiendo valores máximos el tratamiento T<sub>2</sub>, de tal manera el mismo tratamiento nos indica un valor mínimo. interpretándose esto a factores de clima y control de humedad, teniendo como tratamiento más idóneo al tratamiento T<sub>2</sub>.

Tabla 13.

Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias

Objeto de estudio	Comparaciones en parejas de Fisher						
	P	Media	Diferencia de las medias	Diferencia de niveles	Agrupación	Valor T	Valor p ajustado
T <sub>3</sub>	3	179.28	-6.8	T <sub>2</sub> - T <sub>1</sub>	A	-0.25	0.808
T <sub>1</sub>	3	172.5	-6.8	T <sub>3</sub> - T <sub>1</sub>	A	-0.25	0.808
T <sub>2</sub>	3	172.5	-0.0	T <sub>3</sub> - T <sub>2</sub>	A	-0.00	1.000

La tabla 13 indica que las medias que comparten una sola letra son poco significativas para el porcentaje de fósforo. Nivel de confianza simultánea = 89.08%, menor a 95 %, para la prueba, por ello que los tratamientos T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, no presentan gran significancia.

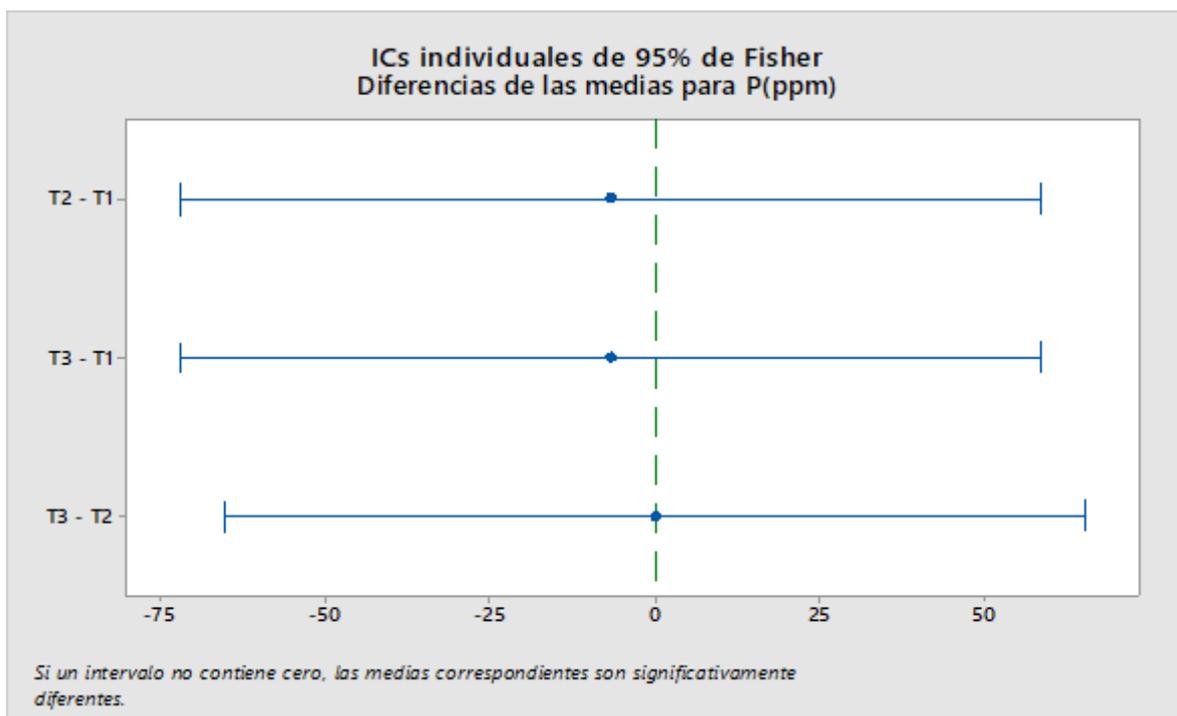


Figura 11. Diferencia de las medias para P

Figura 11. Los tratamientos comparados, la medias T<sub>3</sub> Y T<sub>2</sub> tienen un intervalo de cero, asumiendo que las medias evaluadas son significativamente iguales.

Tabla 14.

Contenido de potasio

Parcela	Código	Propietario	Parámetro k (Cmol(+)/Lt)
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	2.92
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	2.98
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	2.98
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	3.21
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	2.92
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	2.94
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	2.70
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	2.54
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	2.72

La tabla 14 muestra la concentración de potasio en partes por millón (ppm), estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA.

Se establece la hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alternativa ( $H_1$ ), con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha$ ), siendo:

$H_0$  : El nutriente de potasio (k) promedio obtenido de compost será el mismo utilizando cualquier tratamiento  $T_1$ ,  $T_2$  o  $T_3$ , esto significa que los objetos de estudio  $T_1 = T_2 = T_3$ .

$H_1$  : El nutriente de potasio (k) promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

Se establece el valor de Fisher ( $p$ ), siendo;  $p > \alpha$  entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), de ser menor se rechaza.

*Tabla 15.*

ANOVA de un solo factor: K (Cmol(+)/L) vs. TRATAMIENTOS

Tratamientos	Análisis de Varianza						
	K	Media	Desv.Est.	SC	MC	Valor	Valor
				Ajust.	Ajust.	F	p
T <sub>1</sub>	3	2.9600	0.0346	0.234	0.11748	9.48	0.014
T <sub>2</sub>	3	3.0233	0.1620	0.074	0.01239		
T <sub>3</sub>	3	2.6533	0.0987	0.309			

La tabla 15 del análisis de varianza indica que el valor de  $p$  es de 0.014. Al ser  $p$  menor que el nivel de confianza de (0,05); se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, quiere decir que el nutriente de potasio (K) promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

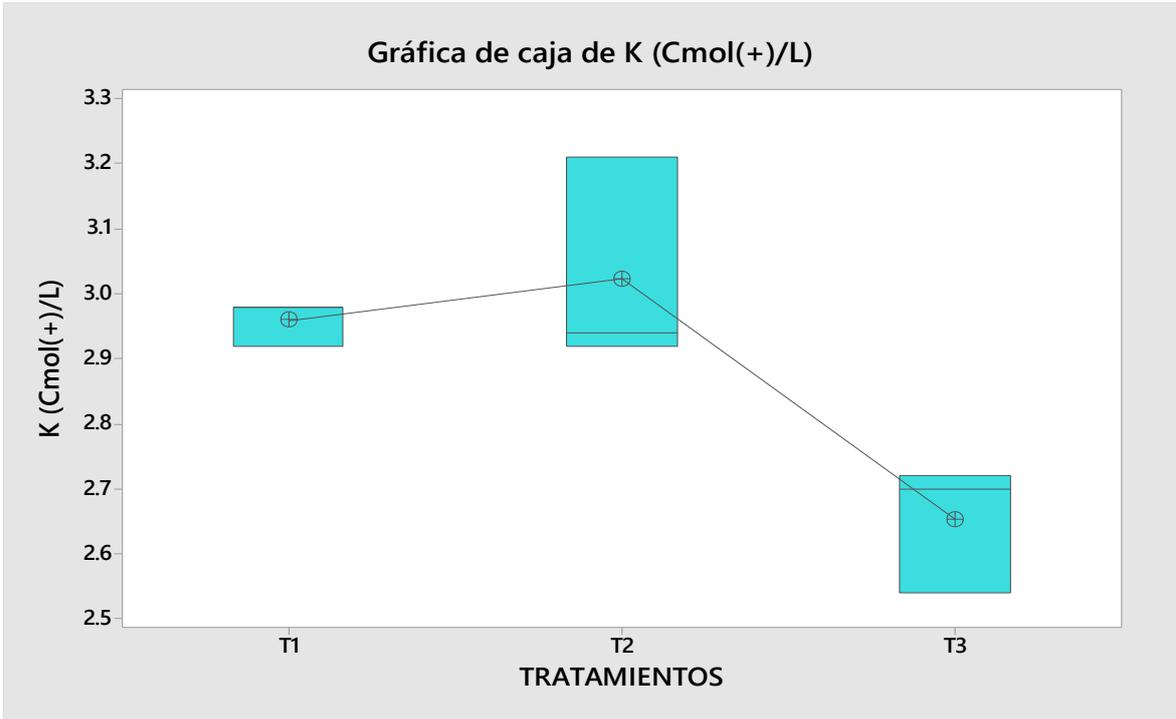


Figura 12. Gráfica de caja K (Cmol(+)/L)

Figura 12. Muestra los rangos alcanzados según el tratamiento utilizado en el proceso de compostaje.

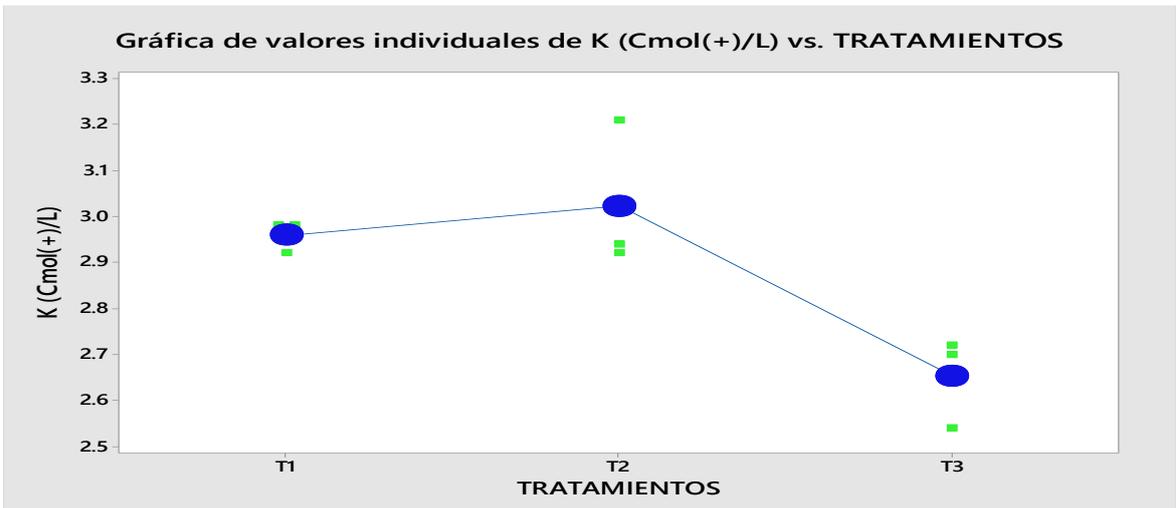


Figura 13. Gráfica de valores individuales de k vs TRATAMIENTOS

Figura 13. Muestra los valores distribuidos en un plano, correspondiendo valores máximos el tratamiento T<sub>2</sub>, seguido por el tratamiento T<sub>1</sub> y los valores mínimos le corresponden al tratamiento T<sub>3</sub>.

Tabla 16.

Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias

Objeto de estudio	Comparaciones en parejas de Fisher						
	K	Media	Diferencia de medias	Diferencia de niveles	Agrupación	Valor T	Valor p ajustado
T <sub>3</sub>	3	3.0233	0.0633	T <sub>2</sub> - T <sub>1</sub>	A	0.70	0.512
T <sub>1</sub>	3	2.9600	-0.3067	T <sub>3</sub> - T <sub>1</sub>	A	-3.37	0.015
T <sub>2</sub>	3	2.6533	-0.3700	T <sub>3</sub> - T <sub>2</sub>	B	-4.07	0.007

La tabla 16 indica que las medias que comparten una sola letra son poco significativas(A), la indicación de la letra B significa una mayor diferencia entre el tratamiento T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> para el porcentaje de potasio.

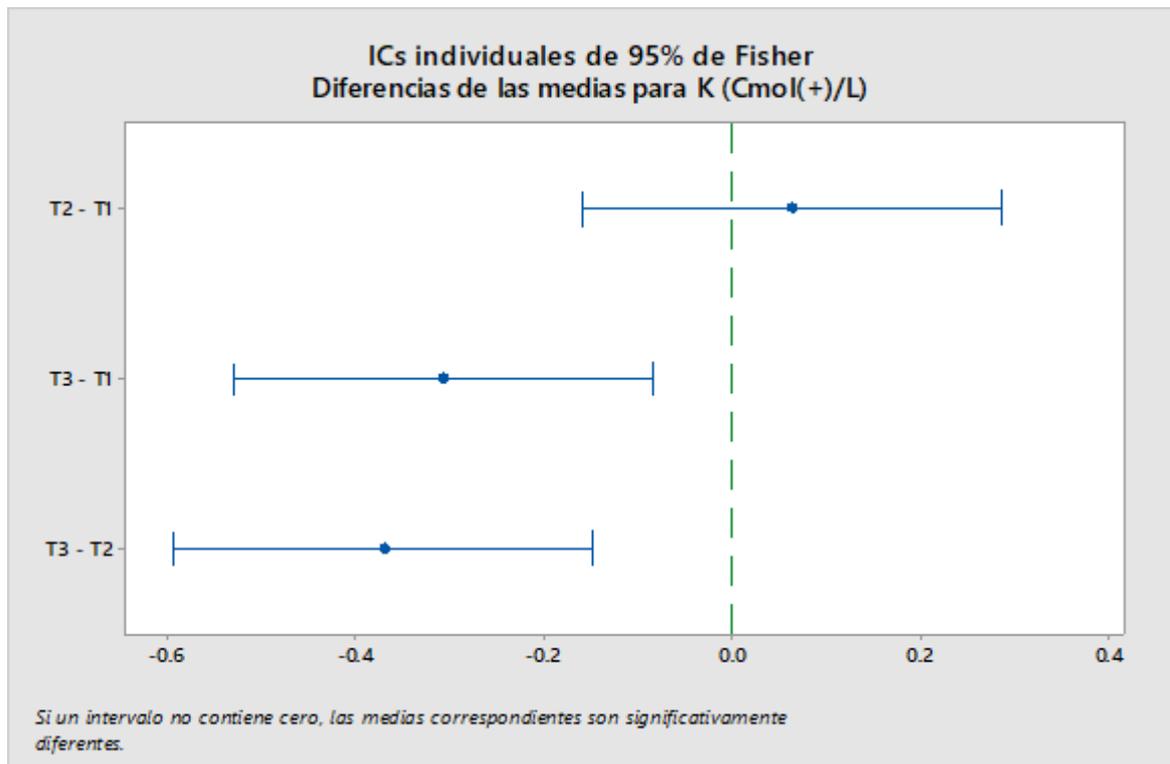


Figura 14. Diferencia de las medias para K

Figura 14, los tratamientos comparados de medias están fuera del intervalo de cero, quiere decir que las medias son significativamente diferentes sobre todo en la diferencia del tratamiento T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>.

*Tabla 17.*  
Contenido de materia orgánica

<b>Parcela</b>	<b>Código</b>	<b>Propietario</b>	<b>MO (%)</b>
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	16.08
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	15.73
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	19.37
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	20.19
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	14.79
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	15.61
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	19.49
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	19.60
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	21.37

La tabla 17 muestra la concentración de materia orgánica (MO) en porcentaje, estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA.

H<sub>0</sub> : La materia orgánica (MO) promedio obtenido de compost será el mismo utilizando cualquier tratamiento T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> o T<sub>3</sub>, esto significa que los objetos de estudio T<sub>1</sub>= T<sub>2</sub> =T<sub>3</sub>.

H<sub>1</sub> : La materia orgánica (MO) promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

Se establece el valor de Fisher (p), siendo;  $p > \alpha$  entonces se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), de ser menor se rechaza.

Tabla 18.

ANOVA de un solo factor: MO (%) vs. TRATAMIENTOS

Análisis de Varianza							
Tratamientos	MO	Media	Desv.	SC	MC	Valor	Valor
	(%)		Est.	Ajust.	Ajust.	F	p
T <sub>1</sub>	3	17.06	2.01	20.43	10.216	2.25	0.186
T <sub>2</sub>	3	16.86	2.91	27.23	4.538		
T <sub>3</sub>	3	20.153	1.055	47.66			

La tabla 18 indicó que el valor de p es de 0.186. Al ser p mayor el nivel de confianza (0,05); quiere decir que las medias de los tratamientos son semejantes, por lo tanto, el efecto de los tratamientos en el proceso de compostaje es prácticamente el mismo, considerando la variable materia orgánica (MO).

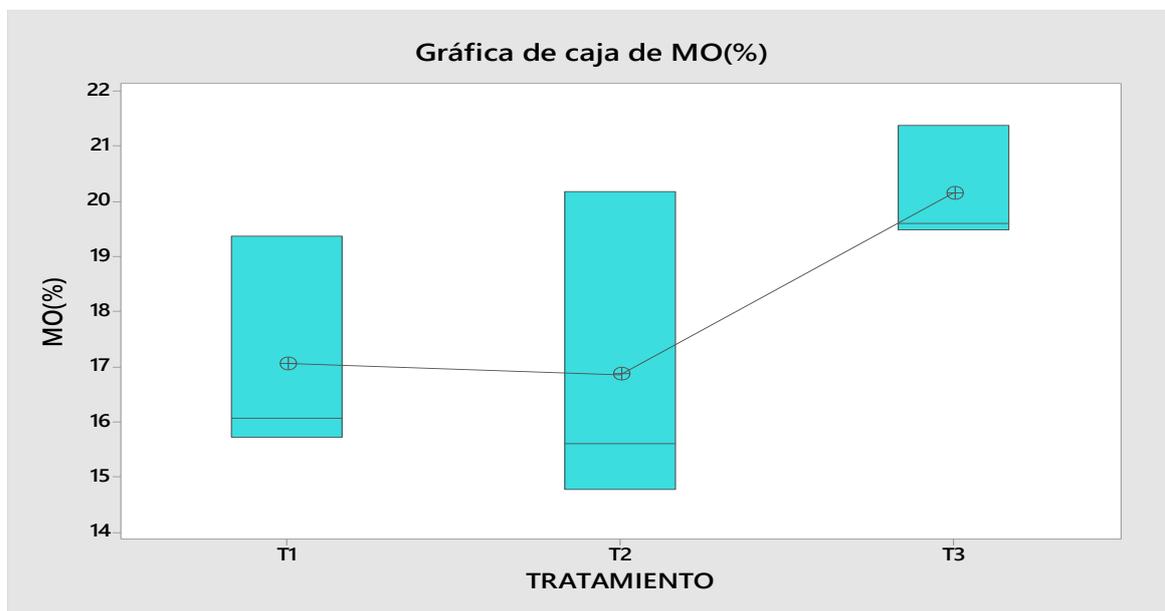


Figura 15. Gráfica de caja de MO (%)

Figura 15 muestra los rangos alcanzados según el tratamiento utilizado en el proceso de compostaje.

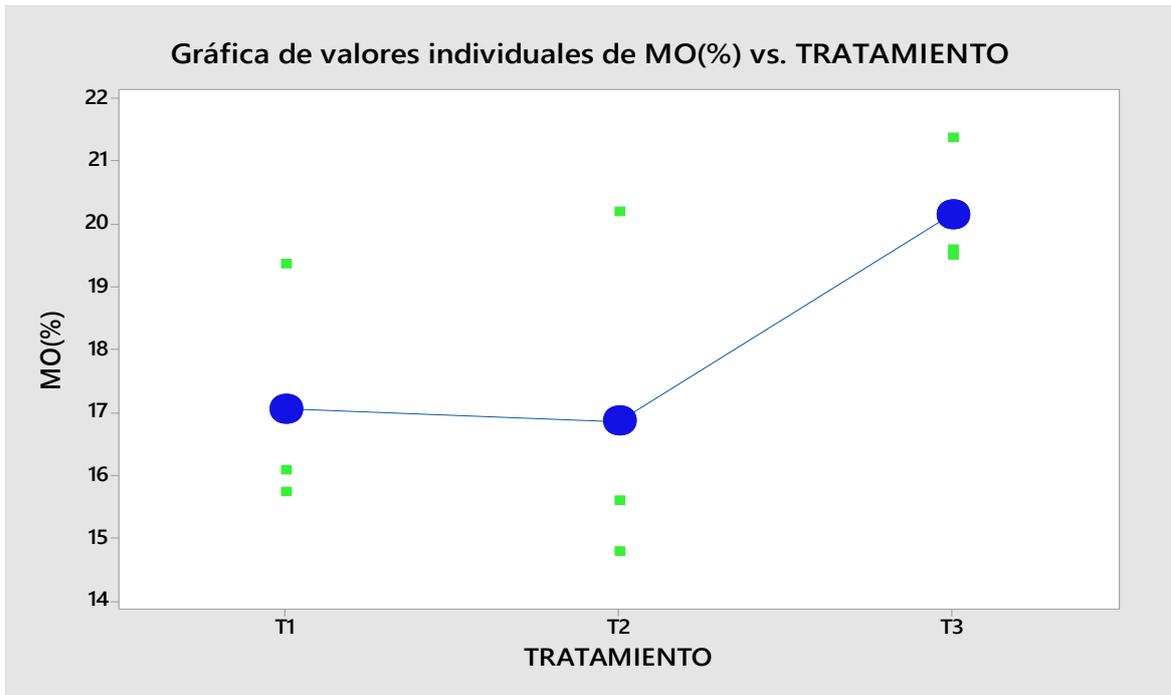


Figura 16. Gráfica de valores individuales de MO vs TRATAMIENTOS

Figura 16. Muestra los valores distribuidos en un plano, correspondiendo valores máximos el tratamiento T<sub>3</sub>, seguido por el tratamiento T<sub>2</sub> que presenta valores mínimos, el promedio se encuentra intermedio en la tabla.

Tabla 19.

Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias

Objeto de estudio	Comparaciones en parejas de Fisher						
	MO	Media	Diferencia de medias	Diferencia de niveles	Agrupación	Valor T	Valor p ajustado
T <sub>3</sub>	3	20.153	-0.20	T <sub>2</sub> - T <sub>1</sub>	A	-0.11	0.914
T <sub>1</sub>	3	17.06	3.09	T <sub>3</sub> - T <sub>1</sub>	A	1.78	0.126
T <sub>2</sub>	3	16.86	3.29	T <sub>3</sub> - T <sub>2</sub>	A	1.89	0.107

La tabla 19 indica que las medias que comparten una sola letra son poco significativas(A), la indicación de la letra A en todas las diferencias, significa que existe poca diferencia entre el tratamiento T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> para el porcentaje de MO.

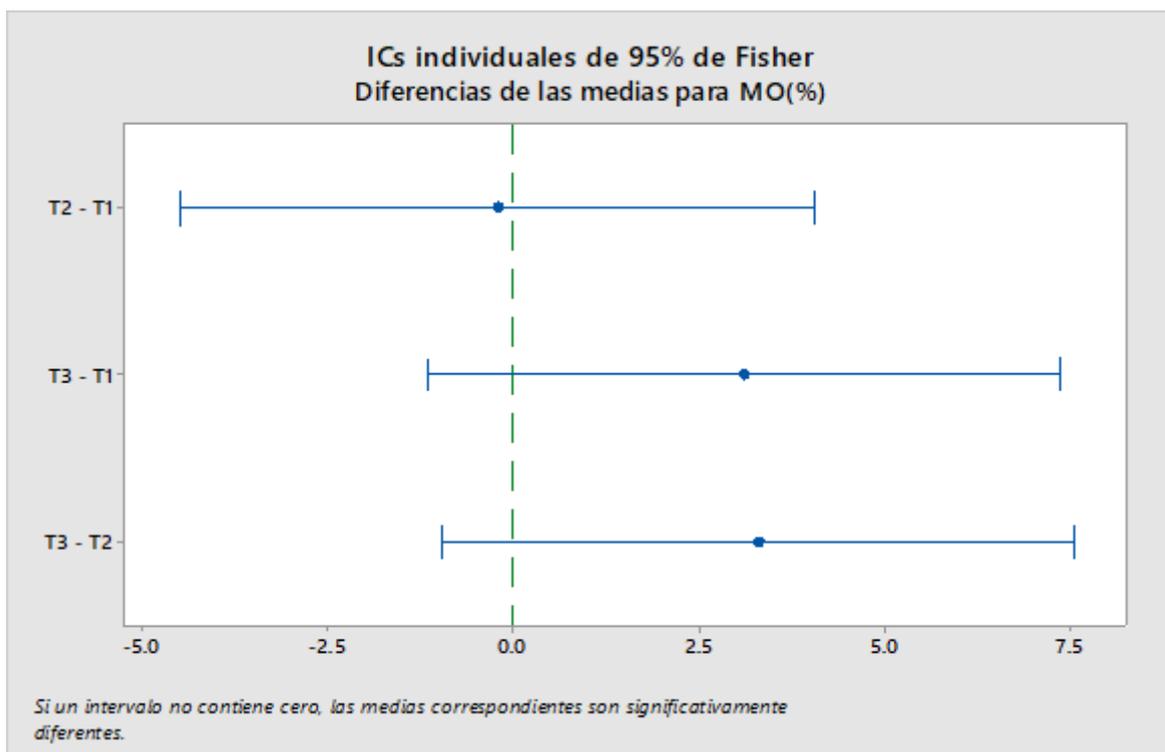


Figura 17. Diferencia de las medias para MO

Figura 17. Los tratamientos comparados de medias están fuera del intervalo de cero, quiere decir que las medias son significativamente diferentes, pero en  $T_2-T_1$  las medias son las más similares, su tendencia es cercano a cero.

Tabla 20.  
Valor de pH

Parcela	Código	Propietario	pH
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	8.87
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	8.91
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	8.75
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	9.16
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	9.49
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	9.41
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	7.83
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	8.04
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	8.08

La tabla 20 muestra la concentración de pH (diluido en H<sub>2</sub>O) en porcentaje, estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA.

$H_0$ : El pH promedio obtenido de compost será el mismo utilizando cualquier tratamiento  $T_1$ ,  $T_2$  o  $T_3$ , esto significa que los objetos de estudio  $T_1 = T_2 = T_3$ .

$H_1$ : El pH promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

Se establece el valor de Fisher ( $p$ ), siendo;  $p > \alpha$  entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), de ser menor se rechaza.

*Tabla 21.*  
ANOVA de un solo factor: pH vs. TRATAMIENTOS

Tratamientos	Análisis de Varianza						
	pH	Media	Desv. Est.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
$T_1$	3	8.8433	0.0833	2.876	1.43830	79.03	0.000
$T_2$	3	9.3533	0.1721	0.109	0.01820		
$T_3$	3	7.9833	0.1343	2.985			

La tabla 21 del análisis de varianza indica que el valor de  $p$  es de 0.00. Al ser  $p$  menor que el nivel de significancia (0,05); se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, quiere decir que el pH promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

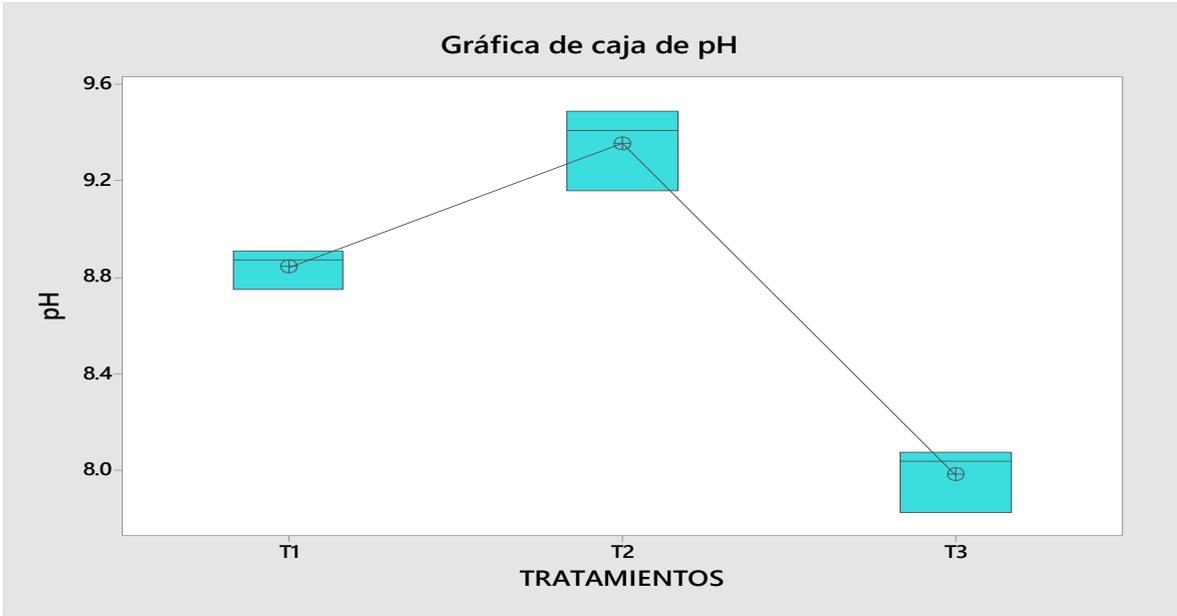


Figura 18. Gráfica de caja de pH

Figura 18 muestra los rangos de pH alcanzados según el tratamiento utilizado en el proceso de compostaje.

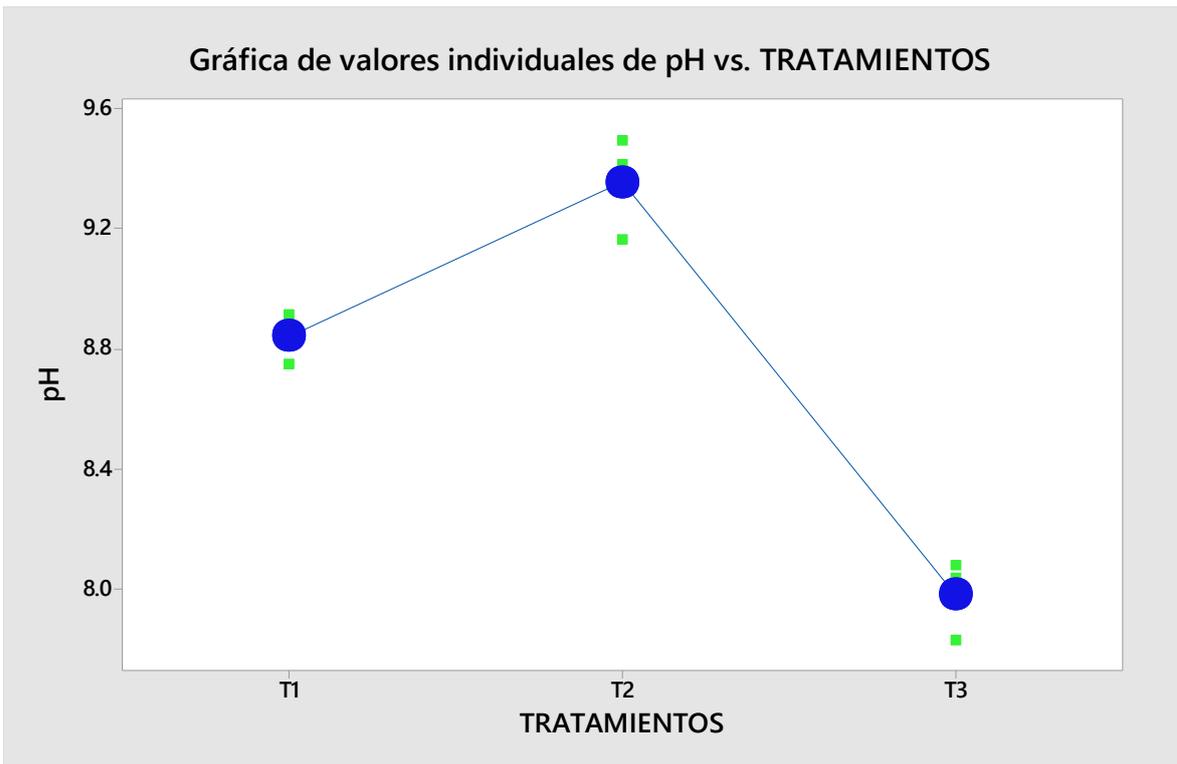


Figura 19. Gráfica de valores individuales de pH vs TRATAMIENTOS

Figura 19. Muestra los valores distribuidos en un plano, correspondiendo valores máximos el tratamiento T<sub>2</sub>, seguido por el tratamiento T<sub>1</sub> que presenta valores intermedios, el tratamiento T<sub>3</sub> presenta el pH más bajo y es el más óptimo, ya que el pH para el cultivo de plátano está entre 6.5 y 7.

Tabla 22.

Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias

Objeto de estudio	Comparaciones en parejas de Fisher						
	pH	Media	Diferencia medias	Diferencia de niveles	Agrupación	Valor T	Valor p ajustado
T <sub>3</sub>	3	9.3533	0.510	T <sub>2</sub> - T <sub>1</sub>	A	4.63	0.004
T <sub>1</sub>	3	8.8433	-0.860	T <sub>3</sub> - T <sub>1</sub>	B	-7.81	0.000
T <sub>2</sub>	3	7.9833	-1.370	T <sub>3</sub> - T <sub>2</sub>	C	-12.44	0.000

La tabla 22 indica que las medias que comparten una sola letra son poco significativas(A), la indicación de la letra A, B Y C significa una gran diferencia entre el tratamiento T1, T2 y T3 para el parámetro de pH.

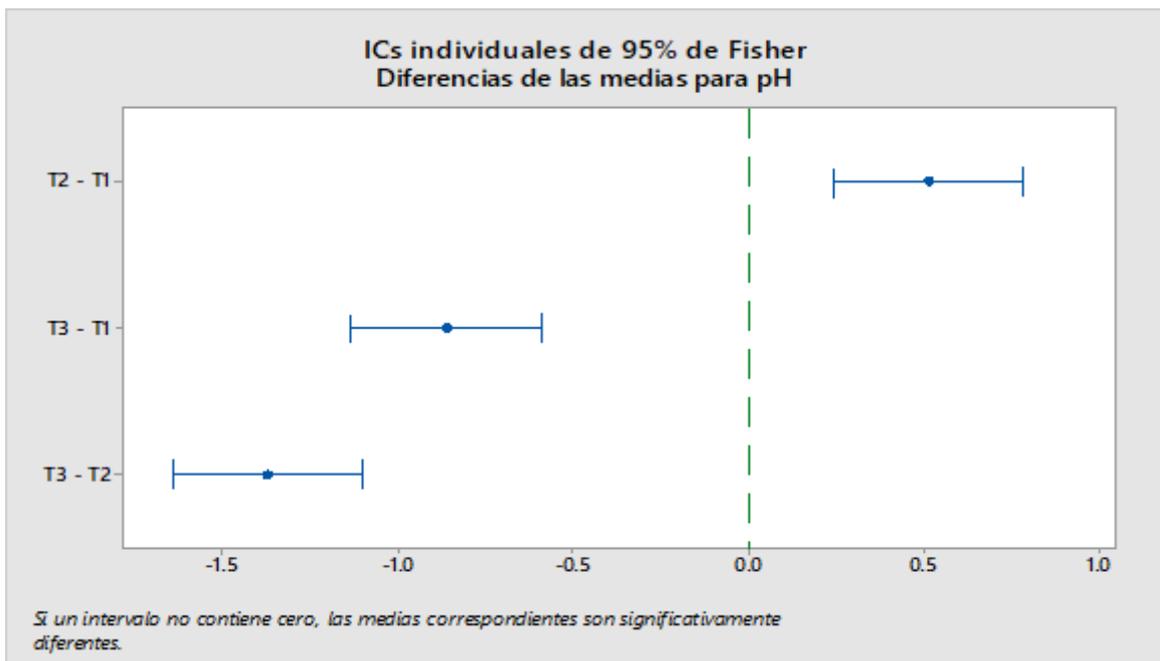


Figura 20. Diferencia de las medias para pH

Figura 20. Podemos interpretar que en los tratamientos comparados de medias está fuera del intervalo de cero, quiere decir que las medias son significativamente diferentes.

Tabla 23.

Valor de conductividad eléctrica

Parcela	Código	Propietario	C.E (ds/cm)
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	0.10
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	0.12
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	0.10
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	0.15
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	0.15
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	0.14
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	0.09
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	0.09
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	0.08

La tabla 23 muestra la concentración de C.E, estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA-Ucayali.

H<sub>0</sub> : La materia orgánica (MO) promedio obtenido de compost será el mismo utilizando cualquier tratamiento T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> o T<sub>3</sub>, esto significa que los objetos de estudio T<sub>1</sub>= T<sub>2</sub>=T<sub>3</sub>.

H<sub>1</sub> : La materia orgánica (MO) promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

Se establece el valor de Fisher (p), siendo;  $p > \alpha$  entonces se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), de ser menor se rechaza.

Tabla 24.

ANOVA de un solo factor: C.E vs. TRATAMIENTOS

Tratamientos	Análisis de Varianza						
	CE	Media	Desv. Est.	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
T1	3	0.10667	0.011	0.00560	0.00280	42.00	0.000
T2	3	0.14667	0.005	0.0004	0.00006		
T3	3	0.08667	0.005	0.00600			

La tabla 24 indica que el valor de p es de 0.00. Al ser p menor de 0,05; se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, quiere decir que la C.E promedio de al menos un compost obtenido variará de acuerdo a la efectividad del tratamiento usado.

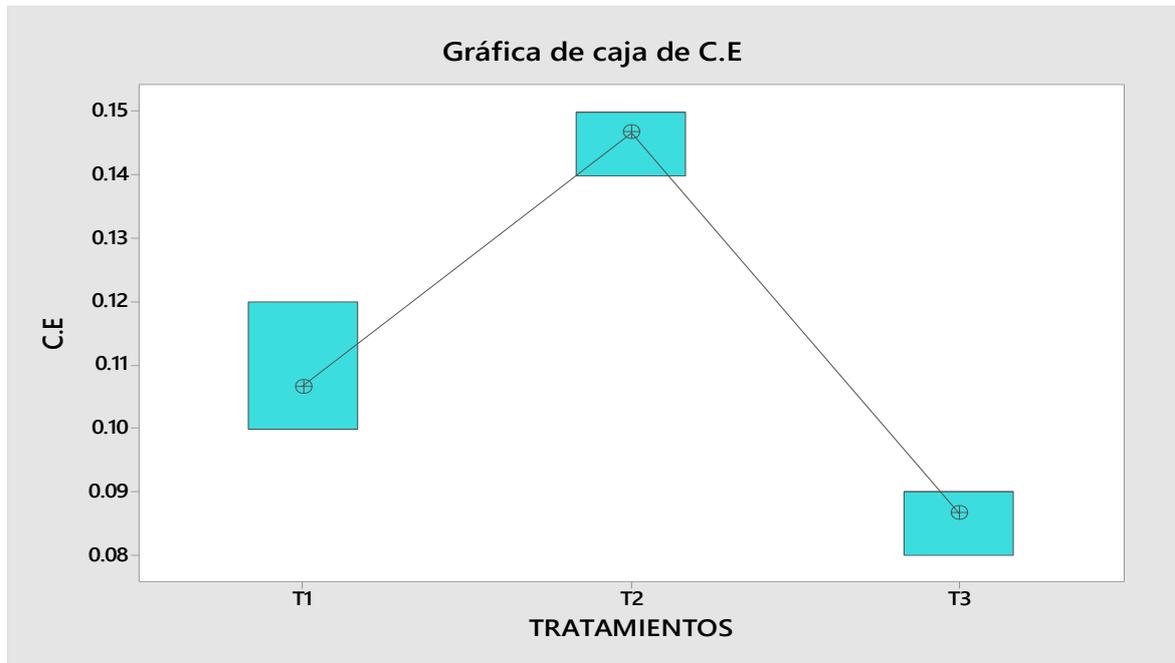


Figura 21. Gráfica de caja de CE

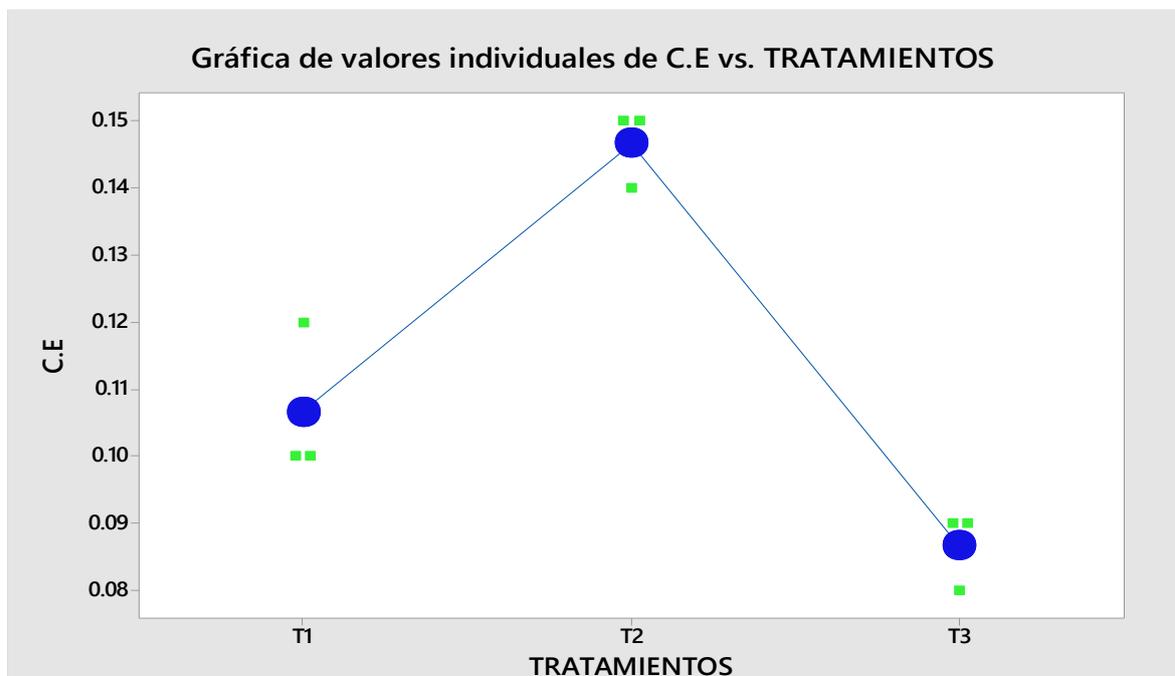


Figura 22. Gráfica de valores individuales de CE vs TRATAMIENTOS

Tabla 25.

Pruebas individuales de Fisher para diferencias de medias

Objeto de estudio	Comparaciones en parejas de Fisher						
	CE	Media	Diferencia medias	Diferencia de niveles	Agrupación	Valor T	Valor p ajustado
T <sub>3</sub>	3	0.1466	0.04000	T <sub>2</sub> - T <sub>1</sub>	A	4.63	0.001
T <sub>1</sub>	3	0.1066	-0.02000	T <sub>3</sub> - T <sub>1</sub>	B	-7.81	0.024
T <sub>2</sub>	3	0.0866	-0.06000	T <sub>3</sub> - T <sub>2</sub>	C	-12.44	0.000

La tabla 25 nos indica que las medias que comparten una sola letra son poco significativas(A), la indicación de la letra A, B y C significa una gran diferencia entre el tratamiento T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> para el parámetro de C.E.

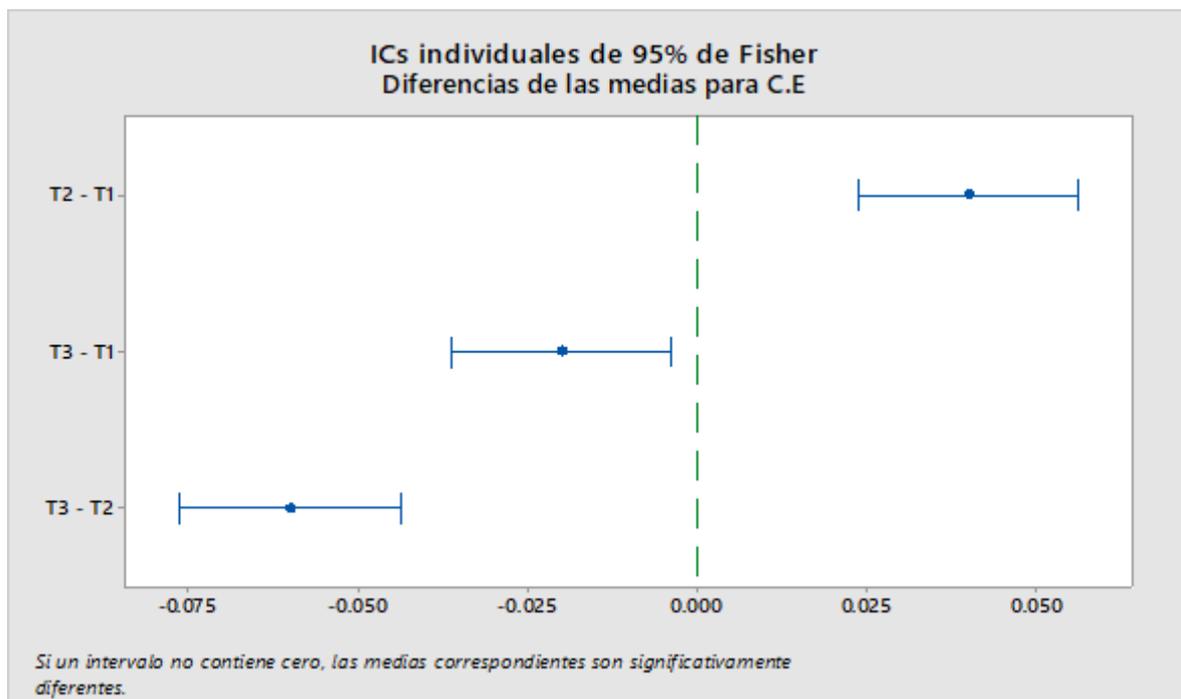


Figura 23. Diferencias de las medias para CE

Figura 23. Podemos interpretar que en los tratamientos comparados de medias está fuera del intervalo de cero, quiere decir que las medias son significativamente diferentes.

Tabla 26.  
Contenido de Aluminio (Al)

Parcela	Código	Propietario	Al (Cmol(+)/Lt)
1	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	Nicolas Rojas Ferrer	0.00
2	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Edith Céspedes Sánchez	0.00
3	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	Juan Adamer Huaranga Ramirez	0.00
4	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	María Llamoca Cañari	0.00
5	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	Cirilo Sangama Runún	0.00
6	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	Digna Pacaya Robalino	0.00
7	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	Sergio Zamora Hurtado	0.00
8	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	Alberto Luis Ampiche Rivera	0.00
9	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	I.E. La Colmena	0.00

La tabla 26 muestra la concentración de aluminio en las muestras tratadas, siendo para todos los valores de cero, ya que se trabajó con residuos orgánicos, por lo tanto, no podemos trabajar con análisis estadístico, sólo se asume que el compost producido no presenta aluminio, estos datos fueron obtenidos en el laboratorio del INIA.

#### 5.4. Análisis de suelo en una parcela demostrativa

Tabla 27.  
Análisis de suelos en las parcelas donde se instalaron las composteras

Propietario	Parámetros						
	Trat.	N (%)	P ppm	K (Cmol(+)/Lt)	MO (%)	pH	Dap.
Nicolas Rojas Ferrer	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	0.14	10.02	0.29	3.08	4.43	1.39
Edith Céspedes Sánchez	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	0.13	2.92	0.18	2.93	5.19	1.33
Juan Huaranga Ramirez	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	0.14	4.57	0.07	3.22	4.68	1.33
María Llamoca Cañari	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	0.05	9.01	0.43	1.14	7.64	1.22
Cirilo Sangama Runún	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	0.05	12.30	0.20	1.02	7.60	1.20
Digna Pacaya Robalino	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	0.05	14.46	0.44	1.12	7.51	1.19
Sergio Zamora Hurtado	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	0.08	18.39	0.35	1.74	4.90	1.31
Alberto Ampiche Rivera	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	0.05	16.74	0.38	1.22	7.09	1.33
I.E. La Colmena	T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	0.11	36.28	0.20	2.51	4.12	1.30

La tabla 27 muestra los resultados obtenidos de los parámetros de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica (MO), potencial de iones hidrógeno (pH) y densidad aparente (Dap), este último se usó para efectos de cálculo con sus respectivas unidades correspondientes a las muestras de compost llevadas al laboratorio (FUENTE: INIA-véase ANEXOS del 13 al 21).

### 5.5. Interpretación de análisis de suelo

En este capítulo se realiza la dosificación de fertilizantes para nitrógeno(N), según el requerimiento del cultivo de plátano que es 220 según. (Rodríguez & Guerrero , 2002)

Haciendo la comparación de Urea y cloruro con el compost producido.

#### 5.5.1. Calcular fertilización para el nitrógeno (N)

Tabla 28.

Análisis de suelos en las parcelas donde se instalaron las composteras

Propietario	Parámetro					
	N (%)	MO	Dap	Relación C/N	N (ppm)	N Kg/Ha
				$C/N = \frac{MO}{1.724}$	$N_{ppm} = (F_{x1}) * (N\%)$	$N_{Kg/Ha} = N(ppm)*F_{x2}$
Nicolas Rojas Ferrer	0.14	3.08	1.39	1.79	31.5	81.9
Edith Céspedes Sánchez	0.13	2.93	1.33	1.70	29.25	76.05
Juan Huaranga Ramirez	0.14	3.22	1.33	1.87	31.5	81.9
María Llamoca Cañari	0.05	1.14	1.22	0.66	11.25	27
Cirilo Sangama Runún	0.05	1.02	1.20	0.59	11.25	27
Digna Pacaya Robalino	0.05	1.12	1.19	0.65	11.25	27
Sergio Zamora Hurtado	0.08	1.74	1.31	1.01	18	46.8
Alberto Ampiche Rivera	0.05	1.22	1.33	0.71	11.25	29.25
I.E. La Colmena	0.11	2.51	1.30	1.46	24.75	64.35

La presente tabla muestra la conversión de N (%), paso a paso, para ello se tiene que usar la materia orgánica (MO), relación C/N y los factores de corrección según las tablas 29 y 30.

*Tabla 29*

Factor de corrección para encontrar N (ppm)

<b>Relación carbono Nitrógeno C/N</b>	<b>Factor de conversión</b>
Mayor a 12	112
Entres 10-12	140
Menor de 12	225

La tabla 29, permite saber el factor de corrección según la relación carbono nitrógeno, las cuales son menores a 12, asumiendo el factor de corrección 225 para poder determinar en N (ppm) en la tabla 26.

*Tabla 30*

Factor de corrección para encontrar N Kg/Ha

<b>Densidad aparente (Dap)</b>	<b>Factor de conversión Profundidad de 20 cm de muestra</b>
0.70	1.40
0.80	1.60
0.90	1.80
1.00	2.00
1.10	2.20
1.20	2.40
1.30	2.60

La tabla 30 se usa para convertir N y P de ppm a Kg/Ha para una profundidad de muestreo de 20 cm.

5.5.2. Calcular requerimiento de urea en sacos para las parcelas evaluadas

Tabla 31.

Calcular cantidad de urea en sacos que se debe añadir a cada parcela evaluada

Propietario	Trata.	N Disponible Kg/Ha	Requerimiento del cult.	Déficit de N Kg/Ha a rellenar	kg de Urea por Ha a incorporar	Urea en sacos de por Ha	
$D = RC - ND \quad XU = \frac{D * 100kg}{46kg} \quad US = \frac{xu}{50}$							
Nicolas Ferrer	Rojas	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	81.9	220	138.1	300.22	6
Edith Sánchez	Céspedes	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	76.05	220	143.95	312.93	6
Juan Ramirez	Huaranga	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	81.9	220	138.1	300.22	6
María Cañari	Llamoca	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	27	220	193	419.57	8
Cirilo Runún	Sangama	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	27	220	193	419.57	8
Digna Robalino	Pacaya	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	27	220	193	419.57	8
Sergio Hurtado	Zamora	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	46.8	220	173.2	376.52	8
Alberto Rivera	Ampiche	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	29.25	220	190.75	414.67	8
I.E. La Colmena		T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	64.35	220	155.65	338.37	7

La tabla 31 nos indica las fórmulas para encontrar en número de sacos de urea a adicionar para cumplir con el requerimiento de una hectárea de musa paradisiaca para 45 toneladas.

5.5.3. Calcular requerimiento de compost en sacos con el valor máximo y mínimo de N para las parcelas evaluadas

Tabla 32.

Calcular cantidad de compost con valor de N máximo (1.07 del tratamiento T<sub>3</sub>R<sub>3</sub>) en sacos que se debe añadir a cada parcela evaluada

Propietario		Tratamiento	N Disponible Kg/Ha	Requerimiento del cultivo	Déficit de N Kg/Ha a rellenar	Kg/Ha de compost a incorporar	Compost en sacos por Ha
$D = RC - N \quad XU = \frac{D * 100kg}{1.07kg} \quad US = \frac{XU}{50}$							
Nicolas Ferrer	Rojas	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	81.9	220	138.1	12906.54	258
Edith Sánchez	Céspedes	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	76.05	220	143.95	13453.27	269
Juan Ramirez	Huaranga	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	81.9	220	138.1	12906.54	258
María Cañari	Llamoca	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	27	220	193	18037.38	361
Cirilo Runún	Sangama	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	27	220	193	18037.38	361
Digna Robalino	Pacaya	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	27	220	193	18037.38	361
Sergio Hurtado	Zamora	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	46.8	220	173.2	16186.92	324
Alberto Rivera	Ampiche	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	29.25	220	190.75	17827.10	357
I.E. La Colmena		T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	64.35	220	155.65	14546.73	291

La tabla 32 nos indica las fórmulas para encontrar en número de sacos de compost a adicionar para cumplir con el requerimiento de una hectárea de *musa paradisiaca* para 45 toneladas.

Tabla 33.

Calcular cantidad de compost con valor de N mínimo (0.74 del tratamiento T<sub>2</sub>R<sub>2</sub>) en sacos que se debe añadir a cada parcela evaluada

Propietario	Tratamiento	N Disponible Kg/Ha	Requerimiento del cultivo	Déficit de N Kg/Ha a rellenar	kg de Urea por Ha a incorporar	Compost en sacos de por Ha	
				$D = RC - ND$	$XU = \frac{D * 100kg}{0.74 kg}$	$US = \frac{XU}{50}$	
Nicolas Ferrer	Rojas	T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	81.9	220	138.1	18662.16	373
Edith Sánchez	Céspedes	T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	76.05	220	143.95	19452.70	389
Juan Ramirez	Huaranga	T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	81.9	220	138.1	18662.16	373
María Cañari	Llamoca	T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	27	220	193	26081.08	522
Cirilo Runún	Sangama	T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	27	220	193	26081.08	522
Digna Robalino	Pacaya	T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	27	220	193	26081.08	522
Sergio Hurtado	Zamora	T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	46.8	220	173.2	23405.41	468
Alberto Rivera	Ampiche	T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	29.25	220	190.75	25777.03	516
I.E. La Colmena		T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	64.35	220	155.65	21033.78	421

La tabla 33 nos indica las fórmulas para encontrar en número de sacos de compost a adicionar para cumplir con el requerimiento de una hectárea de *musa paradisiaca* para 45 toneladas.

5.5.4. Comparación sacos de urea y compost por tratamientos

Tabla 34.

Se calculó el requerimiento de N en sacos según el análisis de suelo con compost y urea

Tratamiento	Compost en sacos de por Ha	Urea en sacos de por Ha
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	258	6
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	269	6
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	258	6
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	361	8
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	361	8
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	361	8
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	324	8
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	357	8
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	291	7
<b>Promedio</b>	<b>315.5</b>	<b>7.2</b>

La tabla 34 determina la cantidad de sacos a usar según el fertilizante elegido

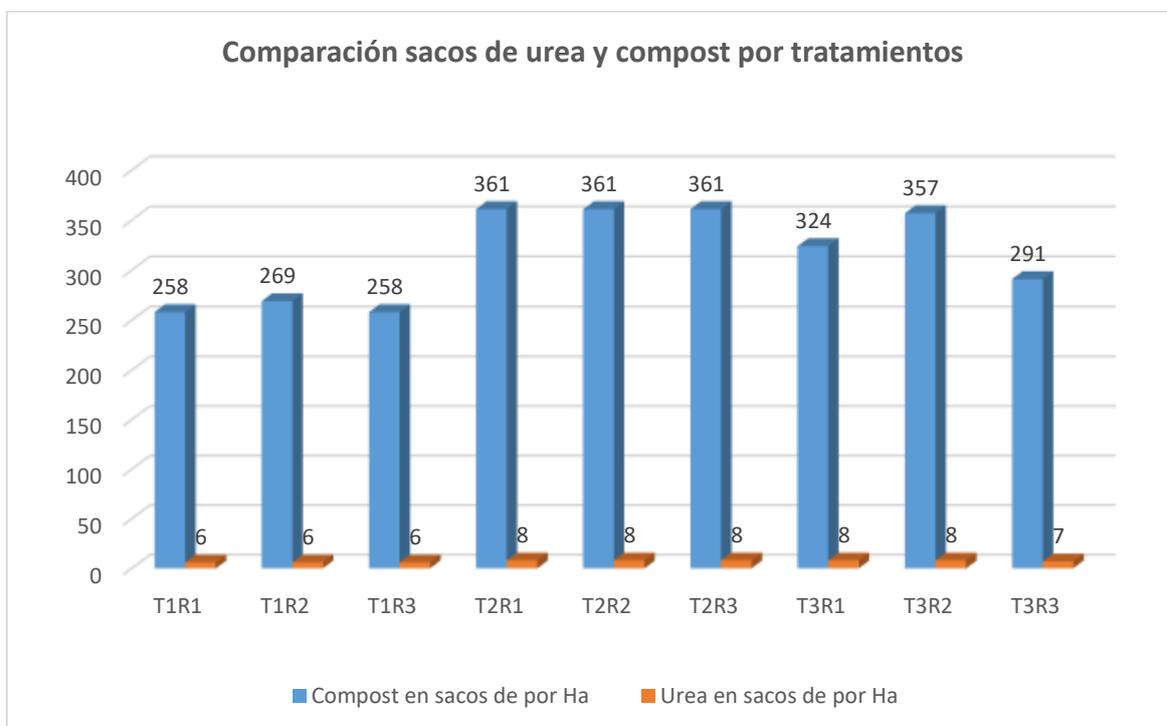


Figura 24. Se determina la cantidad de fertilizante, para cada tratamiento establecido

5.5.5. Costo por saco de compost con un porcentaje de 1.01 % de nitrógeno disponible, del tratamiento T2R1

*Tabla 35.*

Costos para la elaboración de un saco de compost

<b>Costos para la elaboración de un saco de compost</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Materiales y servicios</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo Total</b>	<b>N° de sacos obtenidos de 50 kg</b>	<b>Costo por saco de compost 35/6.3</b>
1	4 sacos de 35 kg de aserrín	.....	.....		
2	4 sacos de 35 kg de estiércol	.....	.....		
3	5 sacos de residuos del cultivo de plátano	.....	.....	6.3	<b>5.5</b>
4	1 litro de EM <sup>o</sup> 1	15	15		
5	1 litro de Melaza	5	5		
6	Trasporte de residuos	15	15		
<b>Total</b>			<b>35</b>	<b>6.3</b>	<b>5.5</b>

La tabla 35, muestra los sacos que se obtuvieron en el tratamiento T2R1 la misma que obtuvo el valor más alto en el porcentaje de nitrógeno asimilable (N%), perteneciente a la beneficiaria María Lamocca Cañari, ubicada en el distrito de Yuyapichis.

5.5.6. Comparación de costos compost vs urea

Tabla 36. Costo de fertilización con compost y urea

Tratamiento	Costo fertilizando con Compost S/.	Costo fertilizando con urea S/.
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub>	1419	540
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	1479.5	540
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>	1419	540
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>	1985.5	720
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>	1985.5	720
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>	1985.5	720
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>	1782	720
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>	1963.5	720
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>	1600.5	630
<b>Promedio</b>	<b>1735.5</b>	<b>650</b>

La tabla 36 muestra el costo de fertilización para cubrir el déficit de nitrógeno en los nueve tratamientos, haciendo una comparación entre compost y urea

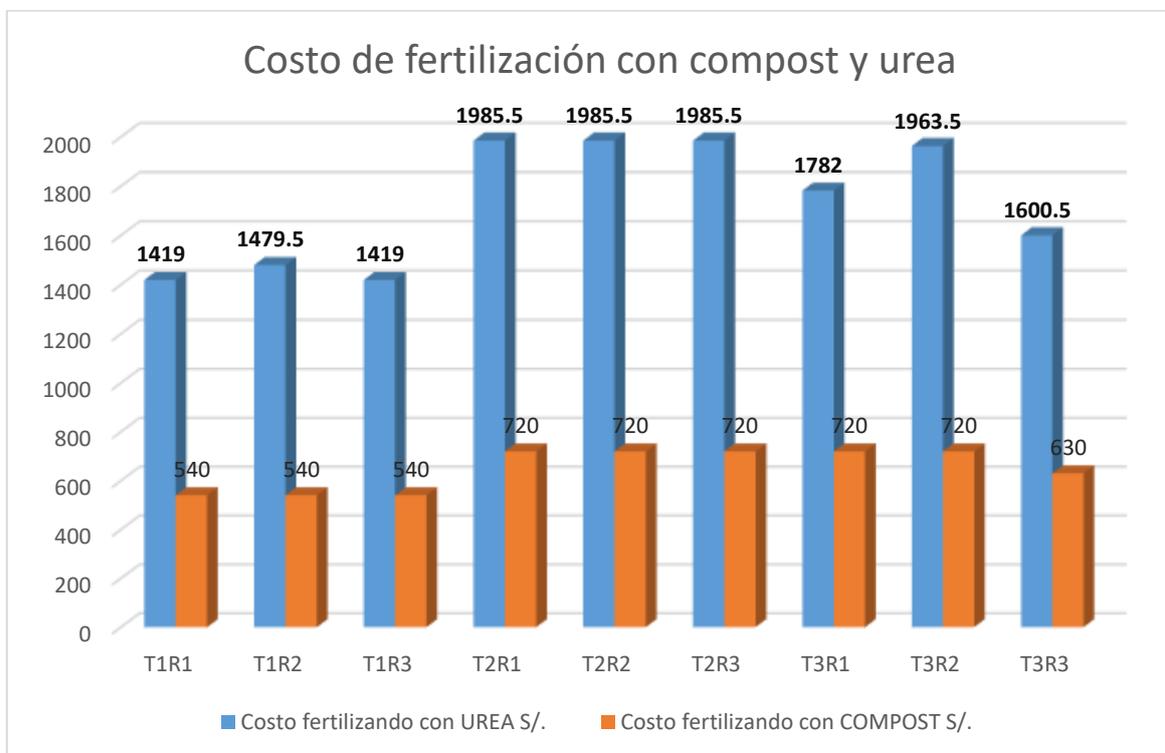


Figura 25. Se determinó la comparación del costo de fertilización entre compost y urea, para una producción de 45 toneladas de plátano bellaco hartón

## VI. DISCUSIÓN

- Según Mainoo, Barrington, Whalen y Sampedro en el 2009 realizaron estudios sobre abonos orgánicos de residuos de piña teniendo datos de 0,4% de nitrógeno, comparando la presente investigación se tuvo un máximo de 1.01 % y un mínimo de 0.74 % de nitrógeno.
- Según Uribe, Estrada, Córdoba, Hernández y Bedoya en el 2001 hicieron la evaluación de Microorganismos Eficaces (E.M) en producción de abono orgánico; el comportamiento del pH descendió más rápido (por debajo de 8.5). Además, en las evaluaciones físico-químicas de su producto final se encontraron mayores valores de nitrógeno y potasio. Comparando con la presente investigación se obtuvo un pH mínimo de 7.83 que corresponde al tratamiento T<sub>3</sub> (T<sub>3</sub>R<sub>1</sub>) sin microorganismos eficaces y un máximo de 9.49 correspondiente al tratamiento T<sub>2</sub> (T<sub>2</sub>R<sub>2</sub>) con microorganismos eficaces, además se puede conocer que los valores de potasio para T<sub>2</sub> y T<sub>1</sub> (tratamientos con EM) son mayores, mientras que T<sub>3</sub>(sin EM) fueron menores indicando que si hay diferencia significativa.
- Según Molina & Dayana en el 2016 analizaron los lineamientos del cultivo de plátano hartón (musa paradisiaca) en altas densidades como sistema de producción sostenible, determinando, Temperatura 28-32°C, Precipitación promedio de 806 mm anual, Suelo franco arcillo arenoso, pH de 7.49, Humedad relativa 68, para que las plantas tengan desempeño productivo y fisiológico. Según el análisis de suelos de las parcelas demostrativas estudiadas, en su mayoría representan una textura arcillosa, y pH muy ácidos, siendo indispensable la adición de abonos orgánicos.
- Castaño, Aristizábal, & González en el 2011 recomiendan en días soleados aplicar 26 litros de agua por planta, 17 litros en días seminubosos y 10 litros en días completamente nubosos, siendo indispensable la adición de materia orgánica para mejorar la capacidad de retención del suelo.
- Actualmente los productores venden a 0.8 soles el kg de plátano a granel, la presente investigación permite tener una producción orgánica con precios mayorea a 1.5 soles.

## VII. CONCLUSIONES

- Se instalaron nueve composteras en parcelas demostrativas seleccionadas al azar en el distrito de Yuyapichis, las cuales obedecen a tres tratamientos tres repeticiones ( $T_1R_1$ ,  $T_1R_2$ ,  $T_1R_3$ ,  $T_2R_1$ ,  $T_2R_2$ ,  $T_2R_3$ ,  $T_3R_1$ ,  $T_3R_2$  y  $T_3R_3$ ). Según la caracterización de compost los tres tratamientos presentaron valores semejantes, esto indica que se puede usar cualquier tratamiento para el proceso de compostaje, ya que los microorganismos eficaces ( $EM^{\circ}1$ ) y el tipo de estiércol, no presentaron gran significancia.
- Se realizó un análisis fisicoquímico del compost obtenido en las parcelas demostrativas, de las cuales se realizó un análisis ANOVA, para determinar si los tratamientos ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ) son significativamente diferentes, determinado que los parámetros nitrógeno (N), fósforo (P) y materia orgánica (MO), no son significativamente diferentes, puesto a que los tratamientos tienen resultados semejantes, mientras que los parámetros de potasio (K), pH y conductividad eléctrica son significativamente diferentes, siendo  $T_2$  el que demostró resultados más elevados de potasio(K) y  $T_3$  el que demostró mejores resultados de pH y conductividad eléctrica(CE)
- Se realizó un análisis fisicoquímico del suelo de nueve parcelas demostrativas, e interpretó los datos obtenidos para fertilización según el déficit de nitrógeno y se comparó el compost obtenido con la urea como fuente de nitrógeno, siendo el mayor resultado como fuente de nitrógeno el tratamiento  $T_3R_3$  con 1.07 % de nitrógeno asimilable, para lo cual se requerirá un promedio 315.5 sacos de compost a un precio promedio de 1735.5 soles para un requerimiento de 45 toneladas del cultivo de *musa paradisiaca*, además comparó con urea teniendo 46 % de nitrógeno asimilable, para lo cual se requerirá un promedio 7.2 sacos de urea a un precio promedio de 650 soles para un requerimiento de 45 toneladas.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Usar tallos, hojas verdes y seudotallos de plátano por su gran contenido de agua, permitiendo ahorrar el agua además de proporcionar un buen control de humedad, de preferencia adicionar restos que estén propensos a plagas comunes, como *sigatoca* negra, *sigatoca* amarilla y el insecto picudo, para evitar su propagación en el cultivo, los mismos que disminuirán considerablemente por las altas temperatura que se tiene en el proceso de compostaje.
- Los resultados del proceso de compostaje usando microorganismos eficaces (EM<sup>o</sup>1), no fueron muy significativos, por lo que se recomienda usar otro producto o marca.
- De no conseguir melaza como activador de microorganismos eficientes (EM), se puede añadir jugo de caña, leche de vaca, o azúcar diluida en agua.
- Para tener mejores resultados de compost y acelera el proceso de compostaje, se recomienda, hacer el volteo cada dos días, controlando el proceso de humedad, regando de ser necesario.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnew, M. (2002). “The free space and bulk density of compost and compost materials”. Tesis de Magister Scientiae. *University of Alberta. Edmonton, CA. University of Alberta*, 140.
- Agnew, M., & Leonard, J. (2003). The physical properties of compost: literature review. *Proquest Agriculture Journals*, 11(3): 238-264.
- Ahmed, O., Ch’ng, H., Kassim, S., & Majid, N. (2013). Co-composting of pineapple leaves and chicken manure slurry. *International Journal of Recycling of Organic Waste*, 2:23.
- Arenas, R., Romero, E., & Túpac, H. (2002). “Caracterización de residuos sólidos urbanos (áreas verdes y mercados) para la elaboración de compost en el distrito de Los Olivos”. Trabajo de investigación del ciclo optativo de profesionalización en gestión de la calidad y auditoría ambiental. *Universidad Nacional Agraria la Molina*, 129.
- Batham, N., Gupta, R., & Tiwari, A. (2013). Implementation of bulking agents in composting: a review. *Journal Bioremediation & Biodegradation*, 4 (7): 205.
- Belalcázar, C. S. (1991). Aspectos agronómicos en el cultivo de plátano en el trópico. *Impresora Ferival Ltda .Cali –Colombia*, 376.
- Cariello, M., Castañeda, L., Riobo, I., & González, J. (2007). Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos urbanos. *Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Entre Ríos - Argentina*.
- Carrasco, N. (2009). Evaluación de tres diferentes tipos de sustratos (bagacillo, aserrín e ichu picado) en la producción de EM – compost. Tesis de Ing. Ambiental. *Universidad Nacional Agraria- La Molina*, 77.

- Castaño, A., Aristizábal, P., & González, H. (2011). Requerimientos hídricos del plátano Hartón (*musa aab simmonds*) en la región Santágueda. *Agronomía Colombiana*, 19 - 57 – 67.
- Castro, S., Hermoza, A., & Silva, P. (2006). Utilización de los residuos de la industria forestal: aserrín, para la elaboración de compost. Trabajo de investigación del ciclo optativo de profesionalización en gestión de la calidad y auditoría ambiental. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 99.
- Chang, J., Tsai, J., & Wu, K. (2006). Thermophilic composting de food waste. *Bioresource Technology* 97, 116 - 122.
- Chen, L., De Haro Marti, M., Moore, A., & Falen, C. (2011). *The composting processo*. Idaho: Universidad de Idaho.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (1 de Agosto de 2016). *Evaluaciones del desempeño ambiental PERÚ 2016: Aspectos destacados y recomendaciones*. Obtenido de Evaluaciones del desempeño ambiental PERÚ 2016: Aspectos destacados y recomendaciones: <https://www.oecd.org/environment/country-reviews/16-00313%20Evaluacion%20desempeno-Peru-WEB.pdf>
- Cuadros, S. (2008). *Residuos agrícolas, forestales y lodos*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Espinal , G. (2005). *La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su dinámica y estructura*. Colombia: Ministerio de Agricultura, Observatorio Agrocadenas Colombia.
- Gnew, M., & Leonard, J. (2003). The physical properties of compost: literature review. *Proquest Agriculture Journals*, 11(3): 238-264.
- Guerrero , B. J. (1993). Tecnologías para el manejo ecológico del suelo. *Manual de abonos orgánicos*, 90.
- High Level Panel of Experts, IT. (1 de Mayo de 2014). *Food losses and waste in the Context of Sustainable food Systems*. Obtenido de HLPE Report 8. (En línea). R0ome, IT: [http://www.un.org/en/zerohunger/pdfs/HLPE\\_FLW\\_Report-8\\_EN.pdf](http://www.un.org/en/zerohunger/pdfs/HLPE_FLW_Report-8_EN.pdf)

- Instituto de la Potasa y el Fosfato. (1997). *Manual Internacional de la Fertilidad del Suelo*. Quito, Ecuador.: Instituto de la Potasa y el Fosfato(INPOFOS).
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2008). Preparación y utilización de compost. *Preparación y utilización de compost*, 1-6.
- Liu, c., Liu, y., Fan, c., & Kuang, S. (2013). The effects of composted pineapple residue return on soil properties and the growth and yield of pineapple. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 433-444.
- Mainoo, N., Barrington, S., Whalen, J., & Sampedro, L. (2009). Pilot-scale vermicomposting of pineapple wastes with earthworms native to Accra, Ghana. *Bioresource Technology*, 100(2009): 5872-5875.
- Ministerio Nacional del Ambiente. (20 de mayo de 2009). *Informe anual de residuos Sólidos Municipales en el Perú, Gestión 2008 Lima – Perú*. Obtenido de informe anual de residuos sólidos municipales en el Perú, gestión 2008 Lima – Perú: MINAM. Consultado 6 de julio del 2016. Disponible en: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20110601095917.pdf>
- Ministerio Nacional del Ambiente. (20 de mayo de 2012). *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012*. obtenido de informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú gestión 2012: <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20140423145035.pdf>
- Molina, M., & Dayana, G. (Agosto de 2016). Implementación de un cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en altas densidades como sistema de producción sostenible en el municipio de cúcuta norte de Santander. *Universidad de la Salle facultad de Ciencias Agropecuarias programa de Ingeniería Agronómica*, 21.
- Molina, M., & Dayana, G. (2016). *Implementación de un cultivo de plátano Hartón (Musa paradisiaca) en altas densidades como sistema de producción sostenible en el municipio de cúcuta norte de santander*. el yopal: Universidad de la Salle .
- Monge, G. (1994). Evaluación de la contaminación ambiental por la disposición final de RRSS: El relleno sanitario y la producción de compost. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 165.

- Okumoto, S. (29 de enero de 2003). *Earth Costa Rica*. Recuperado el 2018, de Earth Costa Rica: Disponible en: <http://netobjecst.com>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (15 de enero de 2014). *Taller-Técnicas de compostaje (en línea)*. Obtenido de Taller-Técnicas de compostaje (en línea): [http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller\\_tcp-par-3303/compst.pdf](http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller_tcp-par-3303/compst.pdf)
- Quevedo Beltrán, M. A. (2017). Uso de materiales de soporte en la eficiencia del proceso de compostaje de residuos vegetales de mercado. *Universidad Nacional Agraria la Molina*, 24-25.
- Ramírez, F. (1998). Muestreo de suelos para diagnóstico de fertilidad. Boletín técnico ACCS. *Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica*, 6.
- Research Organization. (s.f.).
- Research Organization. (28 de junio de 2006). *EM Research Organization*. Obtenido de EM Research Organization: <http://emro.co.jp/English/>.
- Rivin, J. (2007). Co-composting and characterization of swine waste solids and its use as a soil amendment in a field study: the effects of duration of composting. Thesis doctoral. *Raleigh, USA. North Carolina State University. Raleigh – North Carolina*, 256.
- Rodríguez, M., & Guerrero, M. (2002). *Guía técnica del cultivo de plátano*. El Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Santiago: Organización de las naciones unidas para la alimentación y a la agricultura(FAO).
- Sztern, D., & Pravia, M. (1999). *Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos*. Montevideo: Organización Panamericana de la Salud.
- Tinco Curi, J. C., & Vázquez Vicente, L. (2016). Compostaje con residuos de cosecha de pallar(*Phaseolus lunatus*) usando tres tipos de estiércol y microorganismos caseros efectivos. *Universidad Nacional Agraria La Molina- Repocitorio*, 14-15.

Tucker, P. (2 de Agosto de 2005). *Co-composting paper mill sludges with fruit and vegetable wastes. (en línea). Scotland, UK*. Obtenido de co-composting paper mill sludges with fruit and vegetable wastes. (en línea). Scotland, UK:  
[www.uws.ac.uk/workarea/downloadasset.aspx?id=2147493392](http://www.uws.ac.uk/workarea/downloadasset.aspx?id=2147493392)

Uribe, J., Estrada, M., Córdoba, S., Hernández, L., & Bedoya, D. (2001). Evaluación de microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. Facultad de Zootecnia Universidad De Antioquia. *Rev Col Cienc Pec Vol. 14*, 14:2.

## X. ANEXOS

*Anexo 1.* Hoyado con poseadora de dos manos para hacer la instalación de las composteras



*Anexo 2.* Aserrando de postes para la instalación de composteras



Anexo 3. Armado de compostera en parcela demostrativa de plátano



Anexo 4. Cercar con tabla todo el contorno de la compostera a 50 cm del suelo.



Anexo 5. Selección de hoja de palmera para el techado de la compostera



Anexo 6. Juntar 5 sacos de estiércol de ganado



Anexo 7. Activación y adición de microorganismos eficaces en el proceso de compostaje



Anexo 8. Análisis de compost producido en nueve parcelas demostrativas como objeto de estudio



Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Abonos

Solicitante: Henry Esmith Santos Mundaca  
 Tipo de Muestra: Compost  
 Dirección: Yuyapichis  
 Fecha de Muestreo: 13/09/2019  
 Fecha de Emisión de Resultados: 25/09/2019

Tipo de Análisis: Rutina  
 Colector: El Solicitante  
 Fecha de Ingreso: 19/09/2019  
 Procedencia: Diversas

RESULTADOS DE ANALISIS

N°	Código	pH (H2O)	N (%)	MO (%)	P (ppm)	Al (Cmol(+)/Lt)	C.E ds/cm	K (Cmol(+)/Lt)
1	Santa Rosa de Yanayacu, Productor: Edith Céspedes Sánchez (T1R2)	8.91	0.79	15.73	187.74	0.00	0.12	2.98
2	Yuyapichis, Productor: Cirilo Sangama Runun (T2R2)	9.49	0.74	14.79	180.13	0.00	0.15	2.92
3	C.N. Pampas Verdes, Productor: Alberto Ampichi Rivera (T3R2)	8.04	0.98	19.60	208.03	0.00	0.09	2.54
4	Santa Rosa de Yanayacu, Productor: Nicolas Rojas Ferrer (T1R1)	8.87	0.80	16.08	169.98	0.00	0.10	2.92
5	Los Angeles, Productor: Juan Huaranga Ramirez (T1R3)	8.75	0.97	19.37	180.13	0.00	0.10	2.98
6	Yuyapichis, Productor: Maria Llamoca Cañari (T2R1)	9.16	1.01	20.19	124.31	0.00	0.15	3.21
	Yanaquillo, Productor: Digna Pacaya Robalino (T2R3)	9.41	0.78	15.61	213.11	0.00	0.14	2.94
8	La Libertad, Productor: Zamora Hurtado (T3R1)	7.83	0.97	19.49	167.44	0.00	0.09	2.70
9	La Colmena, Productor: I.E. La Colmena (T3R3)	8.08	1.07	21.37	142.07	0.00	0.08	2.72

N - Método Micro Kjeldahl  
 MO - Método Nelson & Sommer  
 P.K - Método Olsen Modificado  
 P - Colorimetría  
 K - Absorción Atómica  
 pH, CE - Suelo/agua: 1:2.5  
 Al - Extracción KCl.

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 Estación Experimental Agraria Pucallpa  
 Ing. Edinson Eduardo López Galán  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y FITOQUEMIA VEGETALES

Carretera Federico Basadre Km 4.00, Casilla N° 203, Pucallpa-Perú  
 Teléfono: (511) 061 57-1913 / Telefax: 061 57-5009, <http://www.inia.gob.pe>, e-mail: [pucallpa@inia.gob.pe](mailto:pucallpa@inia.gob.pe)

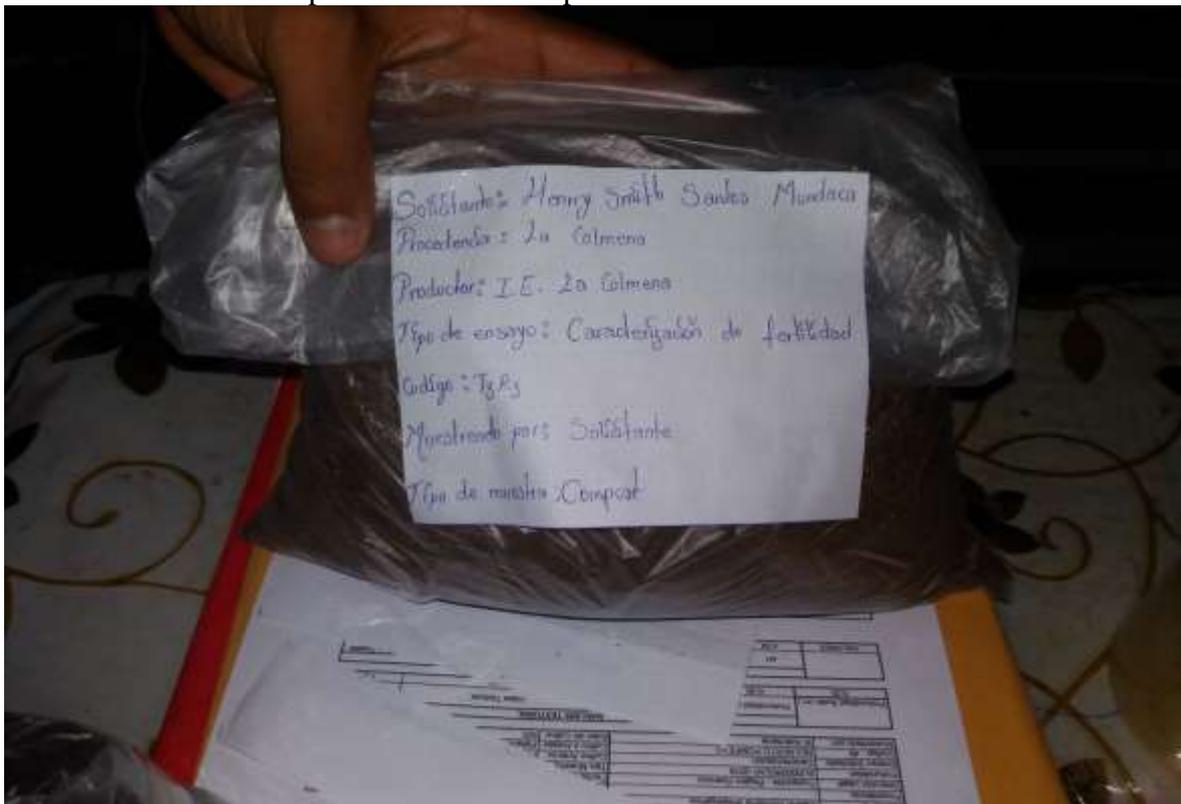
Anexo 9. Extracción de muestras de suelo



Anexo 10. Muestra de compost



Anexo 11. Información por muestra de compost



Anexo 12. Muestras obtenidas de nueve objetos de estudio



Anexo 13. Análisis de suelo de T1R1, Nicolas Rojas Ferrer



PERU

Ministerio de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Rosario Romayma Shupingahu	Fecha muestreo:	15/07/2019
Procedencia:	Sector Santa Rosa de Yanayacu	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyapichis - Región Huancayo	Fecha Resultados:	07/08/2019
Solicitud Ingreso:	SUJ00005EAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código : 36	NICOLAS ROJAS FERRER	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )
0.20	0-20	54.24%	27.20%	18.56%	Franco Arcillo Arenoso	1.39

ANÁLISIS DE FERTILIDAD										
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /L.)	
VALORES	4.43	3.08	0.14	10.02	1.40	0.29	15.65	0.53	16.48	

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS			
Valor Calculado	Conductividad Eléctrica (militilitros a 25°C)	C/C efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a C/C efectiva
	0.04		
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	17.88	7.83%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	29.27	1.83	53.66	55.52

**METODOLOGIA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo. Autores, Q.F. Olima Ayra V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992.  
 pH : Suelo: agua : 1:2.5  
 CC : Nelson & Sommers  
 P : Olsen Modificado  
 Ca, Mg : Extrac. KCL  
 K, P : Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
 D. Agr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

**LAYO**



Anexo 14. Análisis de suelo de T1R2, Edith Céspedes Sánchez



ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Rosario Romayna Shupingahua	Fecha muestreo:	12/07/2019
Procedencia:	Sector Nuevo Pozuzo	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyapichis - Región Huancayo	Fecha Resultado:	07/08/2019
Solicitud Ingreso:	SU00005EEAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código:	32 EDITH CESPEDES SANCHEZ	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

Profundidad Suelo (m.)	ANÁLISIS TEXTURAL					Clase Textural	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo			
0-20	0-20	38.24%	33.20%	28.56%		Franco Arcilloso	1.33

VALORES	ANÁLISIS DE FERTILIDAD								
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)
	5.19	2.93	0.13	2.92	0.20	0.18	1.47	1.41	3.07

Valor Calculado	Conductividad Eléctrica (mS/cm a 25°C)	OTRAS DETERMINACIONES QUIMICAS	
		CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
	0.12		
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	3.27	6.12%

VALORES	RELACIONES ENTRE CATIONES			
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
	1.04	7.88	7.97	15.85

L. Tena  
**METODOLOGÍA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo. Autores, Q.F Gladys Ayre V. y Q.F Rafael Román Lima - Perú 1992  
 pH : Suelo/agua : 1:2.5      Ca, Mg : Extrac. KCL  
 CC : Nelson & Sommers      K, P : Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 P : Olsen Modificado      K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
**LAYO**      D. Agr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator



Anexo 15. Análisis de suelo de T1R3, Juan Huaranga Benavides



**ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS**

Solicitante:	Rosario Romayna Shupingahua	Fecha muestreo:	10/07/2019
Procedencia:	Sector Los Angeles	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyapichis - Región Huánuco	Fecha Resultado:	07/08/2019
Profundidad:	SU00005EEAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código: 34	JUAN ADAMER HUARANGA BENAVIDES	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	arena	arcilla	limo	Clase Textural	Consistencia aparente (g/100g)
0.20	0-20	26.24%	29.20%	44.56%	Franco Arcilloso	1.33

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /lt.)
VALORES	4.68	3.22	0.14	4.57	1.50	0.07	4.37	0.08	4.53

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS			
Valor Calculado	Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
	0.06		
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	8.03	24.87%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	( Ca + Mg ) / K
VALORES	48.25	1.22	58.87	60.09

**METODOLOGÍA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo: Ariens, Q.F. Olinia Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992

- pH : Suelo/agua : 1:2.5
- CC : Nelson & Sommers
- P : Olsen Modificado
- Ca, Mg : Extras. KCL
- K, P : Extras. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC
- K, Ca, Mg : Absorción Atómica
- D. Age : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

LAYO



Anexo 16. Análisis de suelo de T2R1, María Llamocca Cañari



ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Rosario Romayma Shupingahuas	Fecha muestreo:	28/06/2019
Procedencia:	Sector 5	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyaychis - Región Huancayo	Fecha Resultado:	07/08/2019
Solicitud Ingreso:	SU00005EEAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Eneayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código : 15	MARIA LLAMOCCA CAÑARI	Cultivo e Instal:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
0.20	0-20	0.24%	43.20%	56.56%	Arcilla Limosa	1.22

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)
VALORES	7.64	1.14	0.05	9.01	0.20	0.43	10.98	0.86	12.27

		Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS	
Valor Calculado		0.08	CIC efectiva (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo		12.47	1.60%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	( Ca + Mg ) / K
VALORES	12.84	1.97	25.26	27.23

L. Pérez  
**METODOLOGÍA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo: Autores, Q.F. Olanda Ayre V. y Q.F. Rafael Borrás Lina - Perú 1992  
 pH : Suelo/agua : 1:2.5      Ca, Mg : Extras, KCL  
 CC : Nelson & Sommers      K, P : Extras, NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 P : Olsen Modificado      K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
**LAYO**      D. Apr : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA  
 Estación Experimental Agraria Pucallpa  
  
 Mg. Edinson López Galán  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y  
 TEJIDOS VEGETALES

Anexo 17. Análisis de suelo de T2R2, Cirilo Sangama Runún



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Rosario Romayna Shupingahua	Fecha muestreo:	02/07/2019
Procedencia:	Sector 5	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyaychis - Región Huancayo	Fecha Resultado:	07/08/2019
Solicitud Ingreso:	SU00005EEAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código:	JOSE ANTONIO MONCIN PEREZ	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
0.20	0-20	0.24%	47.20%	52.56%	Arcilla Lamosa	1.20

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)
VALORES	7.80	1.02	0.05	12.30	0.10	0.20	10.87	0.55	11.62

OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS			
Valor Calculado	Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C	CIC efectiva (Cmol <sup>+</sup> /Lt.)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
	0.07		
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	11.72	0.85%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	19.73	2.80	55.21	58.01

L. Tovar  
**METODOLOGIA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tiempo pasado: Autores, Q.F. Gladys Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992  
 pH : Suelo/agua : 1:2.5      Ca, Mg      Extrac. KCl  
 CC : Nelson & Sommers      K, P      Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 P : Olsen Modificado      K, Ca, Mg      Absorción Atómica  
**LAYO**      D. App.      Soil texture triangle hydraulic properties calculator



Anexo 18. Análisis de suelo de T2R3, Digna Pacaya Robalino



PERU

Ministerio de Agricultura y Riego

Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estación Experimental Agraria Pucallpa

ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS

Solicitante:	Rosario Romayna Shupingahua	Fecha muestreo:	29/06/2019
Procedencia:	Sector 5	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yurupichis - Región Huánuco	Fecha Resultado:	07/08/2019
Solicitud Ingreso:	SU000056EAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código : 14	CESAR D. CORDOVA PACAYA	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
0.20	0-20	2.24%	63.20%	44.56%	Arcilla Limosa	1.19

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /L.)
VALORES	7.51	1.12	0.05	14.48	0.70	0.44	11.45	1.06	12.97

		Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS	
Valor Calculado		0.12	CIC efectiva (Cmol <sup>+</sup> /L.)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo		13.67	5.12%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	( Ca + Mg ) / K
VALORES	10.54	2.48	26.17	28.66

L. Yagor

METODOLOGIA: Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo; Autores, Q.F. Olinda Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1982

pH : Suelo/agua : 1:2.5  
 CC : Nelson & Sommers  
 P : Olsen Modificado

Ca, Mg : Extrae. KCl.  
 K, P : Extrae. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 K, Ca, Mg : Absorción Atómica

LAYO : D. Agr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 Estación Experimental Agraria Pucallpa  
  
 Ing. Edgardo López Galán  
 LABORATORIO DE SUELOS Y PLANTAS VEGETALES

Anexo 19. Análisis de suelo de T3R1, Sergio Zamora Hurtado



**ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS**

Solicitante:	Rosario Rosayma Shupingahua	Fecha muestreo:	08/07/2019
Procedencia:	Sector La Libertad	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyapichis - Región Huanuco	Fecha Resultado:	07/08/2019
Solicitud Ingreso:	SU00005EEAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código : 30	SERGIO ZAMORA HURTADO	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestreado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arilla	Limo	Clase Textural	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )
0.20	0-20	30.24%	35.20%	34.56%	Franco Arcilloso	1.31

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /lt.)
VALORES:	4.90	1.74	0.08	18.39	2.50	0.35	2.95	0.92	4.22

		Conductividad Eléctrica milimhos/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS	
Valor Calculado		0.03	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo		8.72	37.18%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	3.21	2.65	8.49	11.14

**Leyenda:**  
**METODOLOGIA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el tropico húmedo. Autores, Q.F. Olinda Ayo V. y Q.F. Rafael Román Lara - Perú 1992.  
 pH : Suelo/agua : 1:2.5      Ca, Mg : Extrac. KCl  
 CC : Nelson & Sommers      K, P : Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 P : Olsen Modificado      K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
**LAYO**      D. Agr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
 Estación Experimental Agraria Pucallpa  
 Ing. Edinson Rodríguez Mora Galán  
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y  
 TEJIDOS VEGETALES

Anexo 20. Análisis de suelo de T3R2, Alberto Luis Ampichi Rivera

**ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS**

Solicitante	Rosario Romeyns Shupngahua	Fecha muestreo	05/07/2019
Procedencia	Sector 6	Fecha Recepción	17/07/2019
Dirección Legal	Yuyapichis - Región Huánuco	Fecha Resultado	07/08/2019
Solicitud Ingreso	SU0000EEAP-2019	Tipo Muestra	Suelo
Ensayo Solicitado	Caracterización	Cultivo Anterior	Plátano
Código	13 ALBERTO LUIS AMPICHI RIVERA	Cultivo a Instalar	Plátano
Muestreado por	El Solicitante	Edad del Cultivo	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
0-20	0-20	22.24%	27.20%	50.56%	Franco Arcilloso	1.33

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /L.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /L.)
VALORES	7.06	1.22	0.05	16.74	0.10	0.38	8.33	0.07	8.78

		Conductividad Eléctrica saturación a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS	
Valor Calculado		0.14	CIC efectiva (Cmol <sup>+</sup> /L.)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo		8.88	1.13%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	( Ca + Mg ) / K
VALORES	112.48	0.19	21.85	22.05

**METODOLOGIA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo: Autora, Q.F. Olinda Ayra V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992  
 pH : Suelo/líquido : 1:2.5                      Ca, Mg : Extracción: KCl  
 CC : Nelson & Sommers                      K, P : Extracción: NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 P : Olsen Modificado                      K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
**LAYO** : D. Agr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator



Anexo 21. Análisis de suelo de T3R3, I.E. La colmena



**ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y ABONOS**

Solicitante:	Rosario Romayna Shupingahua	Fecha muestreo:	11/07/2019
Procedencia:	-	Fecha Recepción:	17/07/2019
Dirección Legal:	Yuyapichis - Región Huancayo	Fecha Resultado:	07/08/2019
Profundidad:	SU00005EEAP-2019	Tipo Muestra:	Suelo
Ensayo Solicitado:	Caracterización	Cultivo Anterior:	Plátano
Código:	47	Cultivo a Instalar:	Plátano
Muestrado por:	El Solicitante	Edad del Cultivo:	N/D

ANÁLISIS TEXTURAL						
Profundidad Suelo (m.)	Profundidad (cm.)	Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )
0.20	0-20	40.24%	41.20%	18.56%	Arcilla	1.30

ANÁLISIS DE FERTILIDAD									
	pH	M.O (%)	N (%)	Fósforo (p.p.m.)	Aluminio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Potasio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Calcio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Magnesio (Cmol <sup>+</sup> /lt.)	Bases Totales (Cmol <sup>+</sup> /lt.)
VALORES	4.12	2.51	0.11	38.28	4.80	0.20	1.68	1.06	2.94

Valor Calculado	Conductividad Eléctrica mS/cm a 25°C	OTRAS DETERMINACIONES QUÍMICAS	
	0.02	CIC efectiva (meq/100 g)	% de Saturación de Al respecto a CIC efectiva
Interpretación	No salino. Efecto de salinidad casi nulo	7.74	82.00%

RELACIONES ENTRE CATIONES				
	Ca / Mg	Mg / K	Ca / K	(Ca + Mg) / K
VALORES	1.58	5.32	8.43	13.75

**L. Reyes**  
**METODOLOGIA:** Métodos analíticos para suelos y tejido vegetal usados en el trópico húmedo. Autores, Q.F. Olinda Ayre V. y Q.F. Rafael Román Lima - Perú 1992  
 pH : Suelo/agua : 1:2.5      Ca, Mg : Extrac. KCL  
 CC : Nelson & Sommers      K, P : Extrac. NaHCO<sub>3</sub>-EDTA-SUPERFLOC  
 P : Olsen Modificado      K, Ca, Mg : Absorción Atómica  
**LAYO**      D. Agr. : Soil texture triangle hydraulic properties calculator



Caravana Federico Escobedo 4  
 Pucallpa Ucayali, Perú  
 T: (080) 971-943  
 E: pucallpa@inia.gob.pe

Anexo 22. Tratamiento T<sub>1</sub>R<sub>1</sub>, beneficiario: Nicolas Rojas Ferrer



Anexo 23. Tratamiento T<sub>1</sub>R<sub>2</sub>, beneficiario: Edith Céspedes Sánchez



nexo 24. Tratamiento T<sub>1</sub>R<sub>3</sub>, beneficiario: Juan Huaranga Ramirez



Anexo 25. Tratamiento T<sub>2</sub>R<sub>1</sub>, beneficiario: María Llamocca Cañari



Anexo 26. Tratamiento T<sub>2</sub>R<sub>2</sub>, beneficiario: Cirilo Sangama Runún



nexo 27. Tratamiento T<sub>2</sub>R<sub>3</sub>, beneficiario: Digna Pacaya Robalino



Anexo 28. Tratamiento T<sub>3</sub>R<sub>1</sub>, beneficiario: Sergio Zamora Hurtado



Anexo 29. Tratamiento T<sub>3</sub>R<sub>2</sub>, beneficiario: Alberto Ampichi Rivera



Anexo 30. Tratamiento T<sub>3</sub>R<sub>3</sub>, beneficiario: I.E. La Colmena

